

行政院原子能委員會 100 年度
政府科技計畫(期末)成果效益報告
(100.1.1 ~ 100.12.31)

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用(第二期)

執行期間：

全 程：自 98 年 1 月 1 日至 101 年 12 月 31 日 止

本年度：自 100 年 1 月 1 日至 100 年 12 月 31 日 止

執行單位：核能研究所

目 錄

壹、科技施政重點架構圖：	1
貳、基本資料	2
參、計畫目的、計畫架構與主要內容	2
一、計畫目的與預期成效	2
二、計畫架構(含樹狀圖)	2
三、計畫主要內容	3
四、計畫執行情形及績效成果	4
(一)工作進度—本年度預期目標及達成情形	4
肆、計畫經費與人力執行情形	9
一、計畫經費執行情形：	9
(一)計畫結構與經費	9
(二)經資門經費表	9
二、計畫人力運用情形：	10
(一)計畫人力(人年)	10
(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)	11
伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果output)	13
一、本計畫主要成果及重大突破	13
二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破	24
陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)	26
一、學術成就(科技基礎研究) (權重 25%)	26
二、技術創新(科技整合創新) (權重 25%)	29
三、經濟效益(產業經濟發展) (權重 30%)	29
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重 15%)	31
五、其它效益(科技政策管理及其它) (權重 5%)	33
柒、與相關計畫之配合	37
捌、後續工作構想之重點	37
玖、檢討與展望	38
附錄一、佐證資料表	40
附錄二、佐證圖表	48
附錄三、100 年度期末審查意見回覆	55

第二部分：政府科技計畫成果效益報告

壹、科技施政重點架構圖：

科技施政發展願景

- 1.促進國家環境品質與永續發展
- 2.強化生質能開發
- 3.精進開發清潔製程運至綠色節能產品
- 4.強化民生產業應用與推廣

電漿環保能源技術研發與應用

衡量指標：

- 1.降低灰渣熔融耗能率及連續產製熔岩纖維，灰渣熔融耗能率降低至2.0 kWh/kg以下。
- 2.以熔岩纖維與熔岩細粒，製作輕質纖維複合材料及相關產品應用，纖維複合材料300×300 mm製作，且其試體熱傳導係數 $<0.5\text{W/mK}$ 、防銹級數一級。
- 3.有機物電漿氣化研發系統正壓操作，氣化速率 $\geq 80\text{ kg/hr}$ ，氣化壓力 $\geq 5\text{ kg/cm}^2$ 。
- 4.合成氣能源利用系統整合測試，燃料 H_2 含量 $\geq 20\%$ ，整體熱效率 $\geq 50\%$ 。
- 5.以合成氣為原料產製DME。CO轉化率 $\geq 80\%$ ，DME選擇性 $\geq 80\%$ ，產率 $\geq 2.0\text{ g/g-cat.-hr}$ 。
- 6.水蒸汽電漿火炬使用效能提昇，電極熔蝕率達 $10^{-4}\sim 10^{-5}\text{ g/C}$ 。

KPI：

論文7篇，研究報告及技術報告8篇，專利申請4篇。

電漿在綠色表面工程技術開發與推展

衡量指標：

- 1.精進HIPIMS電漿系統，脈衝功率達 2 kW/cm^2 及透明導電膜之HIPIMS製程開發研究。
- 2.大氣電漿鍍膜與滅菌技術開發。(1)鍍膜速率 $\geq 30\text{ nm/min}$ 之 SiO_x 製程開發，奈米硬度1.5 Gpa，適用於基材幅寬150 mm。(2)完成單一生物醫器材滅菌程序、確效認證及相關機制研究，滅菌率 $>99.9999\%$ 。
- 3.大面積電漿反應器開發。完成面積 $400\times 400\text{ mm}^2$ 之Shower Head VHF PECVD電漿反應器研製，適用於矽薄膜製程技術開發，膜厚均勻度達 $\pm 10\%$ 。
- 4.電漿製程大面積矽薄膜及全固態電致色薄膜之特性調制研究。(1)完成可撓式金屬基材之 $400\times 400\text{ mm}^2$ 單接面矽薄膜太陽能電池特性最佳化及模組封裝測試。(2)完成金屬基材組態之單接面矽薄膜太陽能電池特性最佳化之模擬研究。(3)完成電漿被覆 $\text{WO}_3\text{-NiO}$ 電致色薄膜之穿透率變化量 $>30\%$ 。
- 5.大面積捲揚式表面清潔裝置開發。開發捲揚式連線基板表面清潔裝置，結合平面DBD式大氣電漿，清潔速度1米/分，接觸角 $\leq 30^\circ$ 。
- 6.先導型捲揚式連線PECVD系統開發。實驗型捲揚式金屬捲材之PECVD系統，適用幅寬400 mm可撓式太陽能電池PV之矽薄膜製程測試。

KPI：

論文8篇，研究報告及技術報告10篇，專利申請6篇。

- (1) 電漿熔融資源化技術之精進計畫。
- (2) 有機物電漿氣化發電技術之開發計畫。
- (3) 高溫電漿技術前瞻研究計畫。

- (1) 電漿表面工程清潔製程技術開發與推展計畫。
- (2) 電漿表面工程綠色節能科技開發與推展計畫。
- (3) 電漿表面節能產業先導示範型設備建置計畫。

貳、基本資料

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用(第二期)

主 持 人：艾啟峰

審議編號：100-2001-02-05-15

計畫期間(全程)：98 年 1 月 1 日至 101 年 12 月 31 日

年度經費：84,125千元 全程經費規劃：402,822千元

執行單位：核能研究所

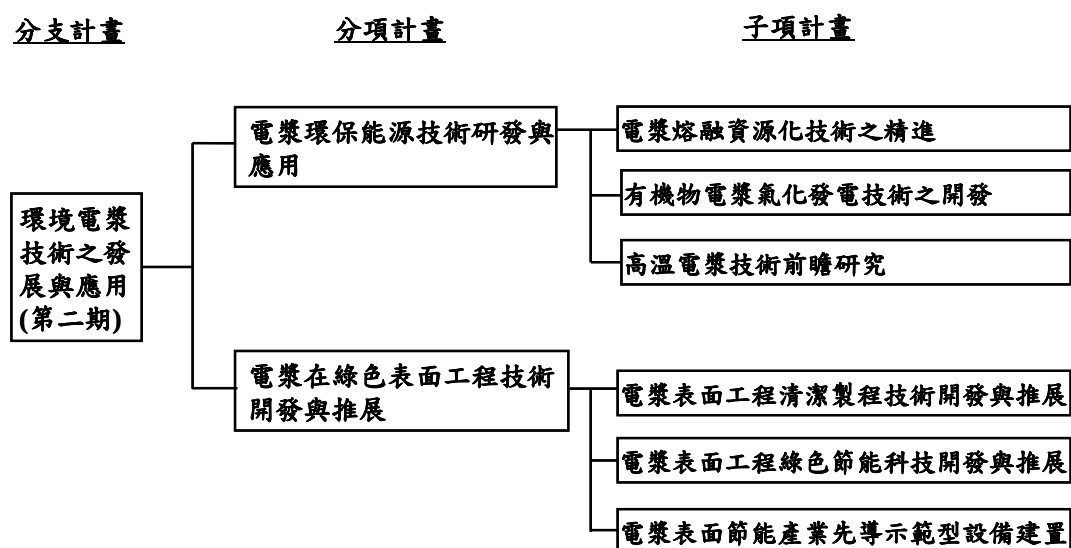
參、計畫目的、計畫架構與主要內容

(請依原綱要/細部計畫書上所列計畫目的、架構、主要內容填寫)

一、計畫目的與預期成效

現行國家環保能源政策已趨向減少廢棄物產出與再利用，強化生質能開發，清潔生產與污染防治亦為業界亟需引入之環保因應課題。另現行各種環保法規、政策日益嚴格，如歐盟 RoHS(Restriction of Hazardous Substance 危害物質限用)綠色指令已開始生效，精進開發清潔製程運用至綠色節能產品，可進一步符合環境生態永續發展政策。綜上所述，依據以往建立的相關環保領域之電漿技術優勢，進一步持續投入相關環保能源領域進行技術研發，並推展至產業界應用，將更具優勢與效率實現我國環保政策目標及解決產業界面臨的環保課題。

二、計畫架構(含樹狀圖)



三、計畫主要內容

100 年度計畫目標說明如下：

(一)電漿環保能源技術研發與應用：

- 1.電漿熔融資源化技術之精進：(1)利用已建置之焚化灰渣電漿熔融爐直接熔吹產製熔岩纖維，使灰渣熔融與資源化達到一次化作業，並建立相關特性參數與操作模式，以降低熔融爐熱耗損及有效利用電漿熱能，使熔融耗能率逐步降低至 2.0 kWh/kg 以下。(2)利用前項產出之熔岩纖維與熔岩細粒，進一步加工製成輕質纖維複合板材，開發高附加價值之綠色環保材料如電漿熔岩陶瓷材料產品與聚醚醚酮 (PEEK) 複合材料，以及輕質纖維板材達到 30×30 cm 尺寸製作，其彎曲破壞載重 >85 kgf 及抗彎強度 >120 kgf/cm²；並試製完成 5×5×0.2 cm 陶瓷材料製作。
- 2.有機物電漿氣化發電技術之開發：(1) 500 kWth 電漿氣化研發系統整合測試，建立高壓下生質物電漿氣化之標準作業程序，產製高品質合成氣作為後續發電及生質燃料合成的應用基石。(2)微型渦輪發電系統運轉，並與吸收式冰水機串聯回收廢熱，提昇生質物能源使用效率至 50 % 以上。(3)建置二甲醚生質燃料之實驗室規模生產模廠。
- 3.高溫電漿技術前瞻研究：(1)建立高溫電漿診斷技術及電漿理論模擬計算驗證，完成實驗數值與高溫電漿理論計算比對，提昇精確可靠度，降低誤差在 10~20 % 間。(2)在熱電漿火炬核心技術上改進火炬結構設計，建立線上火炬量測參數回授，進行弧根動態模式控制，電極熔蝕率降低至 10⁻⁴~10⁻⁵ g/C 等級，以提昇火炬效能。

(二)電漿在綠色表面工程技術開發與推展：

- 1.電漿表面工程清潔製程技術開發與推展：(1)精進HIPIMS電漿系統，脈衝功率達 2 kW/cm²及透明導電膜之HIPIMS製程開發研究。(2)整合電漿浸沒注入技術(PIII)及HIPIMPS技術，結合學界應用於生醫及半導體領域，如提昇生醫器材植入體細胞增生率約 35 % 及抗菌性約 50 %。(3)完成大氣電漿鍍膜速率鍍膜速率 ≥ 30 nm/min 之

SiO_x製程開發，奈米硬度 1.5 Gpa，適用於基材幅寬 150 mm。(4) 完成單一生醫器材滅菌程序、確效認證及相關機制研究，滅菌率 >99.9999 %。

2. 電漿表面工程綠色節能科技開發與推展：(1)完成面積 400×400 mm²之Shower Head VHF PECVD電漿反應器研製，適用於矽薄膜製程技術開發，膜厚均勻度達<±10%。(2)完成可撓式單接面薄膜太陽能電池 400×400 mm²元件特性最佳化及模組封裝測試。(3)完成單接面矽薄膜太陽能電池特性最佳化之模擬研究。(4)完成電漿被覆WO₃-NiO薄膜穿透率變化量 30 %。(5)建立大面積電漿密度 2D監控技術。

3. 電漿表面節能產業先導示範型設備建置：(1)開發捲揚式連線基板表面清潔裝置，結合平面 DBD 式大氣電漿，清潔速度 1 M/分，接觸角≤30 度。(2)實驗型捲揚式金屬捲材之 PECVD 系統，適用幅寬 400 mm 可撓式太陽能電池 PV 之矽薄膜製程測試。

四、計畫執行情形及績效成果

(一)工作進度—本年度預期目標及達成情形

(說明年度預期目標及達成情形、目前計畫之實際執行與預期工作之差異)

年度預期目標(查核點)	達成情形	差異分析
一、電漿環保能源技術研發與應用		
1.降低灰渣熔融耗能率及連續產製熔岩纖維。 衡量標準：灰渣熔融耗能率降低至 2.0kWh/kg 以下。	於電弧爐熔融區底部先置放約 75 kg 焚化灰渣，石墨電極經點燃後，再拉高電極及調高電力，俟電弧爐內溫度升高至 1,300- 1,350℃，焚化灰渣呈熔融態再進行灰渣進料，熔漿自持溫區小坩堝底部垂流而下，高壓空氣噴嘴對準熔漿噴吹，熔漿即被抽拉成纖維狀，使灰渣熔融處理與資源化達到一次化作業目標。每批次熔融灰渣量約 80-100 kg，本年度計進行 9 批次運轉測試，計熔融 860 kg 焚化灰渣，產出約 600 kg 熔岩纖維，電弧熔融平均操作電力為 250A、240V，每小時進料約 30- 32 kg，初步熔融耗能率	無

	約 1.9-2.0 kWh/kg，整體系統運轉順利；同時，經濟部工業局 12 月 13 日於經濟日報刊登該技術成果，標題為「化煉鋁爐渣為高級耐火材」，於國內進行宣傳與推廣。	
2.以熔岩纖維與熔岩細粒，製作輕質纖維複合材料及相關產品應用。衡量標準：纖維複合材料 300×300 mm 製作，且其試體熱傳導係數 < 0.5W/mK、防燄級數一級。	依據 CNS10994 岩綿裝飾吸音板為參考規範進行纖維水泥複合材料製作和密度、直角度、熱阻係數、含水率、彎曲破壞載重與耐燃性等測試。纖維水泥複合材料密度小於 0.5 g/cm ³ (纖維添加量大於 50%)、直角度符合 1/100、熱阻係數介於 0.052—0.256 m ² K/W、含水率 3.0% 以下。試體彎曲破壞載重大於 10 kgf，耐燃性符合防燄 1 級和耐燃 1 級。另外，利用本材料資源化技術將煉鋁產生之廢爐渣開發製成高鋁磚耐火材料，經評審獲選為經濟部工業局 100 年度清潔生產推廣標的技術；同時，經濟部工業局預訂於 12 月上旬於經濟日報刊登該技術成果，於國內進行宣傳與推廣。	無
3.有機物電漿氣化研發系統正壓操作。衡量標準：氣化速率 ≥ 80 kg/hr，氣化壓力 ≥ 5 kg/cm ² 。	電漿氣化發電系統之整廠運轉，在氣壓達 5 kg/cm ² 條件下，以空氣電漿輔助成功將木屑氣化，總供氣量 500 slpm (air:O ₂ =1:4)，氣化速率達 81 kg/hr，合成氣最高濃度 CO 38%、CO ₂ 12%、H ₂ 11%，此合成氣連續供應下游高效率能源利用系統，成功發電與熱利用產製冷氣，達成全廠高壓連續運轉發電之初期效果。	無
4.合成氣能源利用系統整合測試。衡量標準：燃料 H ₂ 含量 ≥ 20%，整體熱效率 ≥ 50%。	(1)以 25.5% H ₂ 、14.4% LPG、14.3% air、45.8% N ₂ 之模擬合成氣，微渦輪機連續發電 30.7 kWe，實驗證實微渦輪機可在 H ₂ 濃度 > 20% 下安全運轉。(2)以電漿氣化之合成氣為燃料，三台微渦輪發電機順利啟動併聯，發電量分別達到 17.2、17.8、17.2 kWe，合計 52.2 kWe；搭配吸收式冰水機，整體能源效率達 54.4%。	無
5.以合成氣為原料產製 DME。	本所自行研發的 Cu/Zn/Al 系列 HZSM5 觸媒，在溫度 220°C、壓力 4.0 MPa、進氣	無

衡量標準：CO 轉化率 $\geq 80\%$ ，DME 選擇性 $\geq 80\%$ ，產率 ≥ 2.1 g/g-cat.-hr。	組成CO:H ₂ :CO ₂ :N ₂ = 30:61:5:4 條件下，當 GHSV = 6000 hr ⁻¹ ，CO轉化率 92%、DME選擇性 61%(碳基)或 95%(烴基)。在GHSV = 18,000 hr ⁻¹ 下，產率達 2.1 g/g-cat.-hr。	
6.水蒸汽電漿火炬使用效能提昇。 衡量標準：功率 ≥ 10 kW 之井型電漿火炬，使用水蒸氣分率 ≥ 10 vol% 之工作氣體，其電極熔蝕率 $\leq 10^{-4}$ g/C。	進行水蒸汽井型火炬運轉電極絕對熔蝕率實驗，在運轉條件：160A/55kW，運轉 12 小時共加入水 14,960g，平均 20.8g/min 之進水量，在水蒸氣溫度為 200 °C 下，占工作氣體分率為 25 vol%，運轉結果總電極熔蝕量為 38.3g，也就是絕對熔蝕率為 5.54×10^{-6} g/C。	無
二、電漿在綠色表面工程技術開發與推展		
1.高功率脈衝磁控 (HIPIMS)電漿系統開發。 衡量標準：精進HIPIMS 電漿系統，提昇脈衝電源使靶功率達 2kW/cm ² 及透明導電膜之HIPIMS製程開發研究。	HIPIMS電漿系統之最佳穩定操作條件：電流限制設定值I _{ARC} 約較工作值大 20% 高度，異常放電延遲時間D _{ARC} 100us，以工作面積 150cm ² 鈦柱靶鍍製TiN膜之脈衝功率可達 2.1 kW/cm ² 。而以HIPIMS AZO透明導電膜，典型之例子具導電率 $8.4 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$ ，當透光率達 82% 時對應之面電阻約 20 $\Omega/\square$ ，符合一般應用之需求。	無
2.大氣電漿鍍膜與滅菌技術開發。 衡量標準：(1)鍍膜速率 ≥ 30 nm/min 之 SiOx 製程開發，奈米硬度 1.5 Gpa，適用於基材幅寬 150 mm。(2)完成單一生醫器材滅菌程序、確效認證及相關機制研究，滅菌率 $>99.9999\%$ 。	(1)運用平面型大氣電漿鍍膜系統，於一大氣壓下，在 PET 高分子基材上，鍍製防刮 SiOx 薄膜，沉積速率已達 30 nm/min 以上，薄膜奈米硬度達 1.5 Gpa 以上，適用於 PET 基材幅寬 150 mm。(2)以 APPJ 型式反應器進行生醫器材滅菌實驗，於 6 kHz、30 kV、30 mA、50 LPM 空氣流量下，以電漿產生的活性氣體對內視鏡旁塗抹大腸桿菌的培養皿進行滅菌測試：電漿處理時間 3 分鐘時之滅菌效果可達 99.9999%。經量測電漿活性氣體主要為高濃度一氧化氮，且發現其滅菌效果比臭氧好。	無
3.大面積電漿反應器開發。 衡量標準：完成面積 400×400 mm ² 之 Shower	新研製 400×400 mm ² VHF PECVD 電漿反應器之 Shower Head 採三層分流板以充分混合反應氣體及氣體由電極板均勻噴出之設計，確保電漿均勻產生於兩電	無

Head VHF PECVD電漿反應器研製，適用於矽薄膜製程技術開發，膜厚均勻度達$\pm 15\%$。	極板之間；而VHF電源匯入電極方法採彈性多點輸入，可依不同輸入頻率調整匯入點之位置及點數，以減少駐波影響。以 27.12MHz、200℃及矽甲烷：氬氣=1:6，氣壓分別為 0.3、0.6 及 0.9 Torr之條件進行實驗之最佳鍍膜均勻度可達到$\pm 2.54\%$。而在矽甲烷：氬氣=2:3 及固定氣流條件下，調整氣壓為 0.4、0.7 及 1.0 Torr等三個條件進行i層被覆測試，鍍膜速率最快達 5.42(Å/sec)。	
4.電漿製程大面積矽薄膜及全固態電致色薄膜之特性調制研究。 衡量標準：(1)完成可撓式金屬基材之 400×400 mm²單接面矽薄膜太陽能電池特性最佳化及模組封裝測試。(2)完成金屬基材組態之單接面矽薄膜太陽能電池特性最佳化之模擬研究。(3)完成電漿被覆WO₃-NiO電致色薄膜之穿透率變化量>30 %。	(1)(a)完成以shower Head VHF PECVD沉積 400×400 mm²沉積本質i層非晶矽薄膜製程最佳化測試，於固定沉積氣體比例 SiH₄/SiH₄+H₂=20%及固定沉積壓力 0.8torr下，溫度 200℃，單層a-si：H大面積元件效率初始的約 5%。(b)完成可撓式基板及ETFE薄膜對 130mm×150mm、及 1.2m×0.3m彩色型薄膜太陽能電池模組封裝測試，先行展現全自主之可撓式發電模組之可行性，對實務應用之潛力，跨出一大步。(2)(a)完成金屬基材組態之單接面矽薄膜太陽能電池特性最佳化之模擬研究，模擬顯示i層厚度在 350 nm，配合p層 12 nm可有最佳效率。(b)完成以銀膠(silver paste)指狀電極最佳化模擬，其結果為以指狀電極每公分 2~3 條，寬度約 100um可得最佳效率。(3)以單極變色佳WO₃/Ta₂O₅及NiO/Ta₂O₅之最佳電漿濺鍍條件，完成WO₃-NiO複合型電致變色薄膜鍍製及元件測試，於波長為 550nm其最低穿透率為 7%，最高穿透率為 42%，整體穿透率變化量可達 35%。	無
5.大面積捲揚式表面清潔裝置開發。 衡量標準：開發捲揚式連線基板表面清潔裝置，結合平面 DBD 式大氣電漿，清潔速度 1 米/分，接	完成新設計 490×80 mm²尺寸之DBD大氣電漿反應器之製作，其電漿區寬幅達 454 mm，可搭配原開發捲揚式連線基板表面清潔裝置成一體，以進行成捲不鏽鋼基材表面清潔。此DBD大氣電漿反應器不同於一般大氣電漿反應器，可直接	無

觸角≤ 30度。	利用氮氣產生電漿，無需添加成本較為昂貴的惰性氣體，且放電功率操作範圍廣，由 1.0 kW 至 3.0 kW 均可產生電漿，因此可依基材特性需求調整放電功率。目前固定清潔區間距 5 mm 時，基材移動速率 1 m/min 下進行清潔測試，水滴接觸角≤ 30度。	
6.先導型捲揚式連線 PECVD 系統開發。 衡量標準：先導兼實驗型捲揚式金屬捲材之 PECVD 系統，適用幅寬 400 mm 可撓式太陽能電池 PV 之矽薄膜製程測試。	完成捲揚式電漿被覆裝置(適用幅寬 400 mm 可撓式基材)六大子系統之組裝及測試：(a)主控制系統採雙 CPU 可程式邏輯運動控制器為核心，搭配 INTOUCH 人機界面，除精準控制金屬捲材張力及速度 0.05~5 m/min 外，並同時控制及顯示機台所有流程及製程參數。(b)腔體真空度目前可達 5×10^{-7} Torr，真空回壓漏率約 6×10^{-4} Torr · L/s，符合設計規格。(c)製程腔體之基材在靜態加熱至 200°C 時溫度均勻度為$\pm 2.54\%$。(d)40MHz、50W、矽甲烷：氮氣=1:6，氣壓為 0.7 Torr、鍍膜速率約 2(Å/sec)、張力 30kg 及速度 6 cm/min 之條件下，達成以捲揚式連線 PECVD 系統連續鍍製總長 6,000mm 之矽薄膜於金屬捲材之製程能力。	無

肆、計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形：

(一)計畫結構與經費

細部計畫 (分支計畫)		研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關 名稱	備註
名稱	經費(千元)	名稱	經費(千元)			
環境電漿技術之發展與應用(第二期)	84,125			艾啟峰	環境電漿技術之發展與應用(第二期)	1,000 萬元以上計畫
		電漿環保能源技術研發與應用	38,836	曾錦清		
		電漿在綠色表面工程技術開發與推展	45,289	蔡文發		

(二)經資門經費表

預算執行數統計截止日期：100.12.31

會計科目 項目		預算數(執行數)/元			備註
		主管機關預算 (累計分配數)	自籌款	合計	
				流用後預算數 (實際執行數)	
一、經常支出					
1.人事費					
2.業務費		46,911,000 (44,422,476)		44,422,476 (44,384,439)	52.81% (99.91%)
3.差旅費					
4.管理費					
5.營業稅					
小計		46,911,000 (44,422,476)		44,422,476 (44,384,439)	52.81% (99.91%)
二、資本支出					
1.設備費		37,214,000 (39,702,524)		39,702,524 (39,702,524)	47.19% (100%)
小計		37,214,000 (39,702,524)		39,702,524 (39,702,524)	47.19% (100%)
合計	金額	84,125,000 (84,125,000)		84,125,000 (84,086,963)	100% (99.95%)
	占總經費%= 分配數÷預算數 (執行率=執行數÷ 流用後預算數)	100%		(99.95%)	

請將預算數及執行數並列，以括弧表示執行數。

與原計畫規劃差異說明：

為配合「環境電漿技術之發展與應用(第二期)」執行，本所自行研發建置之電漿熔融設備所處理之放射性廢棄物，減容後殘留之放射性渣滓需另行裝桶送至本所固體廢棄物貯存庫存放，考量所盛裝之廢棄物除具有活度外另有輻射性，故急需採購「TRU 鉛屏蔽容器」，俾以安全防護與貯存，所需經費約 3,491 千元，原編列資本門經費不足，因此業務費辦理流用 2,488,524 元至資本門。

二、計畫人力運用情形：

(一)計畫人力(人年) 人力統計截止日期：100.12.30

計畫名稱	執行情形	總人力(人年)	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
環境電漿技術之發展與應用(第二期)	原訂	61.00	1.50	7.30	17.60	34.60
	實際	61.40	1.50	6.30	17.90	35.70
	差異	+0.40	0	-1.00	+0.3	+1.10
電漿環保能源技術研發與應用	原訂	33.20	0.90	3.10	7.80	21.40
	實際	32.60	0.90	2.10	7.80	21.80
	差異	-0.60	0	-1.00	0	+0.40
電漿在綠色表面工程技術開發與推展	原訂	27.80	0.60	4.20	9.80	13.20
	實際	28.80	0.60	4.20	10.10	13.90
	差異	+1.00	0	0	+0.3	+0.7

說明：

研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正、若非以上職稱則相當於博士滿三年、或碩士滿六年、或學士滿九年之研究經驗者。

副研究員級：副研究員、副教授、總醫師、薦任技正、若非以上職稱則相當於博士、碩士滿三年、學士滿六年以上之研究經驗者。

助理研究員級：助理研究員、講師、住院醫師、技士、若非以上職稱則相當於碩士、或學士滿三年以上之研究經驗者。

助理：研究助理、助教、實習醫師、若非以上職稱則相當於學士、或專科滿三年以上之研究經驗者。

(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)

姓名	計畫職稱	全年預定投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
艾啟峰	分支計畫 主持人	7.2 人月 1.環境電漿技術之發展與應用 分支計畫推動與督導。	學 歷	物理博士
			經 歷	研究員
			專 長	電漿、表面、薄膜
曾錦清	分項計畫 主持人	8.4 人月 1.電漿環保能源技術研發與應用 分項計畫推動與督導。 2.電漿熔融技術之發展與應用， 開發電漿火炬和電漿熔融資 源化等相關技術。	學 歷	物理博士
			經 歷	研究員
			專 長	電漿物理
蔡文發	分項計畫 主持人	12 人月 1.電漿在綠色表面工程技術開發 與推展分項計畫推動與督導。 2.電漿脈衝離子注入技術應用發 展。	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	物理
李文成	子項計畫 主持人	8.4 人月 1.子項計畫督導。 2.電漿熔融資源化技術之精進。	學 歷	碩士
			經 歷	副研究員
			專 長	化學工程
李灝銘	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫督導，對外推廣及聯 繫。 2.有機物電漿氣化發電技術之開 發。	學 歷	博士
			經 歷	副工程師
			專 長	電漿化學、環境電漿技術
陳孝輝	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫督導。 2.高溫電漿技術前瞻研究。	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	物理
吳錦裕	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫督導、對外推廣及聯 繫。 2.電漿表面工程清潔製程技術開 發與推展。	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	物理、電漿
詹德均	子項計畫 主持人	12 人月 1.子項計畫督導。 2.電漿表面工程綠色節能科技開 發與推展。	學 歷	博士
			經 歷	副研究員
			專 長	光電工程、電漿
謝政昌	子項計畫	12 人月	學 歷	碩士

姓名	計畫職稱	全年預定投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
	主持人	1.子項計畫督導及對外推廣及聯繫。 2.電漿表面節能產業先導示範型設備建置	經歷	副研究員
			專長	電漿、自動控制
郭慶輝	研究人員	12 人月 建立合成氣連續監測系統，完成合成氣線上分析檢測與維護	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	分析化學
孫金星	研究人員	7 人月 1.電漿熔融資源化技術發展與應用。 2.完成岩礦纖維產品之開發應用	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	化學工程
李恆毅	研究人員	12 人月 1.有機物電漿氣化發電技術之開發。	學歷	博士
			經歷	副研究員
			專長	電機

與原計畫規劃差異說明：

100 年 2 月~8 月副研究員陳孝輝育嬰假(－0.50 人/年)。

100 年 7 月 16 日副研究員郭慶輝退休。(－0.50 人/年)

100 年 8 月 29 日新進國防替代役 助理研發師廖天佑(+0.35 人/年)。

100 年 8 月 29 日新進國防替代役 助理研發師李尚銘(+0.35 人/年)。

100 年 9 月 19 日新進國防替代役 副研發師黃至鵬(+0.30 人/年)。

100 年 9 月 19 日新進國防替代役 助理研發師楊峻瑋(+0.30 人/年)。

100 年 11 月 14 日新進國防替代役 助理研發師杜彥錚(+0.10 人/年)。

伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果output)

一、本計畫主要成果及重大突破

請就本計畫涉及之(1)學術成就或(2)技術創新或(3)經濟效益或(4)社會影響(5)其它效益方面說明重要之成果及重大之突破，以文字方式分列說明。

(一) 學術成就

1. 電漿環保能源技術研發與應用

- (1)利用都市垃圾焚化灰渣熔融後產出之水淬熔岩，再添加環氧樹脂混拌後製成吸波膠片，經檢測發現該膠片成品於 2-18 和 18-40 GHz 的頻率範圍具吸收作用，可供寬頻吸收材料使用，於未來或可取代原物料做為微波吸收材料的添加物，應用範圍包括天線波型調整、雷達魅影消除、雷達截面積(RCS)之降低、微波暗室吸波材料及EMI防制等。「Effect of the Water quenched Slag-epoxy resin Composite on Microwave Absorbing Properties」，發表於 JOURNAL OF THE CHINESE CHEMICAL SOCIETY Vol. 58, No. 1, pp.1-7, 2011。
- (2)利用熔煉廢鋁所產出之廢鋁爐渣，添加少量膠合劑製作成高鋁磚耐火材料，可供高溫爐及窯業之耐火磚用途，撰寫「煉鋁爐渣為原料製作耐火材料之研究」論文，於 100 年 3 月 1 日投稿鑛冶期刊並刊登，第 55 卷第 1 期 p.51-p.56(總期數 213，Serial No.213)。以及撰寫「煉鋁爐渣再利用材料化現況及發展」論文，投稿中國工程師學會工程雙月刊，於 100 年 4 月刊出，Vol.84 No.2 p.56-p.61。
- (3)在本所 023 館成立一間新的「生質燃料研發實驗室」，與台南大學、中央大學、淡江大學、中原大學等學校，組成研究團隊共同致力生質燃料之研發，各校均有派學生前來本所進行相關研究與交流，培育生質燃料、電漿改質、再生能源等領域之高級研發人才。
- (4)邀請 3 位國際知名學者來訪，建立國際人脈與合作管道，有助未來技術發展與國際資訊取得，對於技術發展有所幫助。4 月 14 日捷克 Dr. Karel Svoboda 教授參訪核研所之電漿氣化發電廠與

DtG 實驗室。5 月 26 日美國佛羅里達大學機械與航太工程系莊念祖教授參觀核研所之電漿氣化廠與 DtG 實驗室。6 月 27 日法國 Orleans 大學 GREMI laboratory 的 Prof. Dunpin Hong 及 Dr. Rabat 來所參訪電漿氣化廠。

- (5)第一分項計畫主持人曾錦清博士，6 月 1 日受邀至台南大學綠能系進行一場「環境能源電漿技術發展與應用」專題演講。
- (6)於 2011 綠色科技工程與應用研討會暨兩岸三地綠色科技研討會，口頭發表「生質物有機朗肯循環發電系統之研究」論文，本文採用雙流體循環系統架構，熱媒油循環回路和有機朗肯循環回路，以 R134a、R141b、Toluene、Benzene 作為生質能發電之工作流體。結果顯示，在台灣夏季冷卻溫度較高條件下，熱功轉換效率最高為 Benzene 循環系統 17.1%，若加入復熱器，最高為 R141b 循環系統 22.1%，本文之發現對於廢熱回收再利用有所助益。
- (7)東帝汶國會財經主席 Dr. Manuel Tilman 與東帝汶台商會林吉雄董事長等一行共 8 人，於 12 月 19 日前來本所參觀電漿氣化發電設施，希望與本所合作引進電漿氣化技術，用於該國進行都市垃圾資源化發電。
- (8)為改善生質合成氣含CO₂的問題，本計畫致力CO₂對一階段產製二甲醚合成技術的影響與改善，透過特殊觸媒的研發，證實在合成氣含CO₂濃度 5%以內時，不會影響二甲醚產率與選擇性，可改善生質合成氣含CO₂的負面作用，降低生質二甲醚產製成本，成果已彙整一篇論文"One-step synthesis of dimethyl ether (DME) from the gas mixture containing CO₂ with high space velocity"，投稿至International Journal of Hydrogen Energy。

2. 電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1)為往下世代薄膜太陽光電產業開發，本年度研發重點在於光電轉換效率的提升及成本的降低，因此新穎結構的太陽能電池開發將

更為重要，藉由引入低阻值金屬銅鎂合金取代電子型摻雜層，完成元件結構的製作並詳細分析元件特性，並於 2011 年 SCI 期刊 Solid-State Electronics, Vol. 57, 1(2011), 73-75 刊登，及完成所內登錄：王敏全，張鼎張，曹書瑋，陳泳智，曾士誠，許子衿，詹德均，艾啟峰，陳建瑞“以銅鎂合金取代電子型摻雜層之非晶矽薄膜太陽能電池元件結構之製作”，2011 年 2 月。

(2)矽薄膜為近年來研究之熱門主題，因此必須考量元件於不同環境下操作時的特性差異，藉由量測矽薄膜於低溫下撓曲特性探討元件特性變化的物理機制，並於 SCI 期刊 Solid-State Electronics, Vol. 54, 12, 1632-1636 刊登，及完成所內登錄：曹書瑋，張鼎張，楊伯鈞，王敏全，陳世青，閻錦，張大山，郭萬銓，吳宛貞，施毅，“矽薄膜於低溫下撓曲特性進行研究”，2011 年 1 月。

(3)2011 年 3 月艾啟峰博士應邀於「AVS international plasma workshop」演講，講題為「Industrial Plasma Surface Engineering」，展現本所開發諸多工業電漿技術相當獨特，不但符合國內環境需求，且世界唯一，並再獲邀於 2012 年 ICMCF 國際薄膜年會公開演講。

(4)電漿浸沒離子注入技術(PIII)具有離子注入與鍍膜雙重功能，注入離子能量範圍可從 0.1kV 至 60kV，適合與學術單位共同合作，進行前瞻半導體元件、機械零組件及生醫元件(如人工關節等)之性能提昇研究。本年度在半導體應用方面，主要使用低能量 PIII 離子注入技術，控制其在注入過程中，不會產生額外缺陷，對 high-K 等半導體元件進行 PIII 氮化處理，藉由氮化層形成於 high-K 氧化層介面附近，有效阻止氧離子高溫擴散，降低 EOT(等效氧化層)厚度，提昇元件性能，去年與學術界共同合作發表之 SCI 論文，已有 2 篇於刊登，分別為 Chung-Hao Fu, Kuei-Shu Chang-Liao, Tien-Ko Wang, W.F. Tsai , and C.F. Ai, “Effects of Nitrogen Incorporation by Plasma Immersion Ion Implantation on Electrical Characteristics of High-K Gated MOS Devices”, vol.87,

pp.2014-2018 及 Chung-Hao Fu, Kuei-Shu Chang-Liao, Li-We Du, Tien-Ko Wang, W.F. Tsai, and C.F. Ai, “Electrical characteristics of SiGe channel MOS devices with high-k/metal gate incorporated with nitrogen by plasma immersion ion implantation”, Solid-State Electronics, vol.54, pp.1094-1097.

- (5)參加日本舉辦之 AM-FPD’11 國際研討會並發表一篇會議論文「The bending effect of amorphous silicon thin-film solar cells under the mechanical strain」，此論文為本計畫在可撓式太陽能電池研發成果，主要探討可撓式太陽能電池之撓曲度對其光電特性之影響，對未來其商業化應用非常重要。並藉由參加國際會議發表論文機會來提升本所於可撓式節能薄膜元件及設備研發之國際能見度，搜集國外於可撓式電漿鍍膜技術應用於光電節能產業之最新資訊，瞭解國外研發現況、市場及未來發展方向，並與各國頂尖專家交流加速本所在可撓式製程應用之開發。
- (6)高功率磁控脈衝濺鍍技術(HIPIMS)兼具電弧鍍膜之高附著性及傳統鍍膜無微粒與高度平滑細緻之薄膜鍍製功能，開發低溫透明導電膜製程，鍍製主結構(002)之AZO透明導電膜，透光度達81.9%，導電度 $8.4 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$ ，其光電特性與傳統ITO透明導電膜相當，具有取代性之應用潛力。於SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY發表SCI論文一篇，題目為“Room temperature deposition of aluminum-doped zinc oxide films by a non-reactive high power impulse magnetron sputtering”。
- (7)大氣電漿滅菌技術與真空電漿滅菌技術相較，由於其不需額外真空設備便可進行滅菌之優勢，處理速度快且設備成本較低，工業應用競爭力雄厚，於SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY發表SCI論文一篇，題目為“Room temperature deposition of aluminum-doped zinc oxide films by a non-reactive high power impulse magnetron sputtering”。

(二)技術創新

1.電漿環保能源技術研發與應用

- (1)以熔岩纖維為原料開發製成礦物纖維紙，可供防火材料使用，「礦物纖維紙之製造方法(Method for Making Mineral Fiber Paper)」於 100 年 6 月 13 日獲得美國發明專利，專利權號碼：US7,938,933B2，專利期間 97 年 4 月 23 日至 117 年 4 月 22 日。
- (2)以水淬熔岩或焚化灰渣為原料開發製成熔岩纖維，部份纖維含熔岩細粒較多，經本篩選裝置可去除熔岩細粒，而保留品質較佳的纖維。「製作熔岩纖維之篩選裝置」於 100 年 10 月 11 日獲得中華民國發明專利，專利權號碼：發明第 I350218 號，專利期間 2011 年 10 月 11 日至 2028 年 5 月 22 日。
- (3)以煉鋁爐渣廢棄物開發製作耐火材料，民間企業有興趣將該技術產業化，已向經濟部工業局申請再利用許可，4 月 14 日申請中華民國發明專利，專利名稱「煉鋁爐渣耐火材料之製造方法」，申請案號 100112910。5 月 12 日申請美國專利，申請案號 13/106,061。
- (4)以煉鋁爐渣廢棄物開發製作複合材料，5 月 13 日申請中華民國發明專利，專利名稱「煉鋁爐渣複合材料之製造方法」，申請案號 100116924。
- (5)在漿態床反應器中利用吸收劑移除反應中的產物或副反應的反應物，藉此提昇可逆反應的正反應，達到提高反應物之轉化率與主產物的選擇率，提高整體生產效益。申請美國專利"Method for increasing the yield of a slurry bed reactor (13/044,739)"。
- (6)「電漿火炬之移動式機構」是一種創新的電漿火炬的裝置，且特別能控制火炬電弧移動的機構方式，申請中華民國發明專利。此控制陰電極電弧位置之電漿火炬裝置發明，係透過凸輪機構導引磁鐵與氣流場之設計，將陰電極弧根在電極內部表面進行往復的週期性移動，藉此避免電弧單一位置放所造成的損耗並能大幅減緩其熔蝕現象，不僅能使電漿火炬長時間穩定運行，更提升電極

壽命與可靠度，以有效達到降低電漿火炬運轉成本與有利推廣應用的目標。

(7)李恆毅、曾錦清、李灝銘等三人，以「利用低階熱能產生電力及冷凍之裝置與方法」之發明，榮獲「2011 台北國際發明暨技術交易展」發明競賽銅牌獎。

(8)楊昇府、王多美、張彥華、李文成、孫金星、曾錦清等 6 人，發表「以煉鋁爐渣為原料製作高鋁耐火材料資源再利用技術」獲得經濟部工業局技術卓越獎狀。

2. 電漿在綠色表面工程技術開發與推展

(1)本年度電漿在綠色表面工程技術開發與推展分項計畫獲得中華民國專利 5 件，分別為「高溫比面積電阻量測裝置，發明第 I340238 號」、「中空陰極電漿處理裝置，發明第 I351899 號」、「熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，發明第 I353391 號」、「中空陰極電漿產生裝置，發明第 I350131 號」，另有一件美國專利「鈍化修補太陽能電池缺陷之方法，US8,062,964B2」。

(2)完成不銹鋼箔片為基底之 1.2m×0.3m 彩色型薄膜太陽能電池模組雛形品，於專利應用展展出，為國內首度展出之可撓式彩色型薄膜太陽能電池模組，為下世代節能產品跨出一大步。所開發之可撓式薄膜節能元件及模組技術除具備輕、薄、不易破碎、及低安裝成本等功能外更兼具外觀多彩化的附加價值，對於可撓式薄膜節能元件整合於建築物 3C 產品之應用，提供多樣化的選擇與無限可能性。本年度重要專利包括：(a)為了解決可撓式薄膜太陽能電池進行模組在裁切的過程中造成導電基材與元件之電極發生短路的現象而導致元件失效問題，提出「一種適用於捲對捲連續製程可撓式薄膜太陽能電池元件裁切結構及其製程方式」，申請中華民國專利，申請案號：100129719。(b)建築物結合太陽能電池已是目前太陽能電池的發展主軸，而可撓式薄膜太陽能電池除了具備發電的功能外，外觀上必須與建築物結合為一體，本

計畫藉由控制透明導電層與半導體層的厚度搭配開發出具有不同色彩形貌的可撓式薄膜太陽電池並提出「一種簡易製作彩色型可撓式薄膜太陽能電池的方法」，申請中華民國專利，申請案號：100137374。

- (3)開發一種無電極污染之大面積大氣電漿鍍膜裝置，該裝置係由一密閉式平面型大氣電漿源、一長線型氣態先驅物均勻噴出裝置、一鍍膜基材移動裝置及一負壓大氣電漿鍍膜腔等所組成，以達到可完全避免電極被鍍膜先驅物污染，並可避免製程中之薄膜被電極上脫落之碎片與微粒污染，因此，電極使用後無需作定期清潔而可在常壓下連續沉積大面積之高品質氧化膜，以提昇產量與降低成本，提昇產品之競爭力。今年4月申請美國專利，申請號：13/080,874。

(三)經濟效益

1.電漿環保能源技術研發與應用

- (1)電漿熔融資源化業應用子計畫，以既有之焚化灰渣資源再利用與材料化技術為基礎，於99年10月完成嘉頓金屬公司委託之「鋁集塵灰開發製作防火材料與複合材料之可行性評估」技術服務案(200萬元)。目前已開發出人造石複合材料與高鋁磚耐火材料，該公司認為煉鋁爐渣開發製作耐火材料可行性很高，已向經濟部工業局申請再利用許可，獲得經濟部核可進行試驗計畫，因此需本所協助完成該試驗計畫。於100年6月1日嘉頓金屬公司再與本所簽訂「煉鋁爐渣製作高鋁耐火材料和特性測試」技術服務案，合約期限100年6月1日至101年5月31日止，技服金額100萬元。煉鋁爐渣係該公司煉鋁過程產生之廢棄物，故該公司擬產業化以應用於民生，同時亦能節省掩埋之處置費用且能創造利潤；又能避免掩埋處理，土地所遭受污染之環保問題。本所利用約6個月時間協助嘉頓金屬公司，預定於100年12月底前獲經濟部工業局核准通過煉鋁爐渣再利用試驗計畫，目前正繼續朝

再利用個案申請前進，以期該煉鋁爐渣再利用技術能產業化應用。本所將繼續拓展與國內產業界聯繫，將已成熟之資源化技術技轉、技術服務或輔導，使產業界能感受到本所研發成果對產業有正面效益。

- (2)小型電漿火炬應用於半導體尾氣(PFC 廢氣)處理機台系統合作開發暨技術授權案，技轉廠商為台禹科機股份有限公司。本合作開發暨技術授權案期程 10.5 年(合作開發期 0.5 年，技術授權期 10 年)，合作開發 100 萬，授權金 50 萬，權利金收取依年度結算之銷售金額 3.2%收取。本案預期最低收入總額 1,430 萬，目前完成簽約。本件技術移轉之主要技術為電漿火炬高溫熔融技術，用電漿技術來處理 PFCs 廢氣的去除效率最高，而且操作工安與維護成本具絕對優勢。其重要性為協助本國半導體業達到 2012 承諾溫室效應氣體減量目標，避免國際制裁；另一可藉本技術設備成本低，維修成本低，及火炬耗材壽命長的優勢，協助廠商研製具競爭力設備，提升在國內市場的佔有率，日後更可向國外市場推展。
- (3)「台北國際發明暨技術交易展」會場，豐映公司與核能研究所針對「電漿熔融氣化技術」簽訂合作協議備忘錄 MOU，雙方將共同合作推廣電漿氣化技術，樂觀預估潛在產值達數十億元。

2.電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1)積極精進已開發成功之高功率脈衝磁控濺射(HIPIMS)鍍膜技術，並順利技轉國內滿益金科技有限公司，協助該公司正式生產營運，拓展目前電漿鍍膜設備無法處理之高附加價值之工業零組件(如處理大型模具及一些高附加價值精密齒輪等)，今年技服金收入 2,200 仟元，含權利金 1,000 仟元。所開發之先進裝置，國內首創，其規模亦超越國際水準。其鍍膜功能，兼具電弧鍍膜之高附著性及傳統鍍膜之細緻密性，提昇附著性 3 倍以上，更成功克服了低溫黑色鍍膜之瓶頸，大幅提昇電漿鍍膜的技藝與功效，

協助國內傳統產業昇級，增加利潤及就業人口。

(2)100 年年度電漿鍍膜技術之產業應用推展，技服金收入 2,976 仟元，含權利金 2,736 仟元。

(a)滿益金科技有限公司為提昇第一代電漿被覆系統性能及產品品質，委託本所簽訂「衛浴零組件鍍瓷金被覆系統升級高功率脈衝磁控濺射技術」一案，全案簽約金 10,600 仟元，權利金 2,300 仟元。今年技服金收入 2,200 仟元，含權利金 1,000 仟元。

(b)與遠東鈦金科技股份有限公司超大型高產能建材(金屬板)表面鈦瓷金電漿被覆系統工程合作開發，100 年度權利金收入 106 仟元。量產式建材表面鈦瓷金電漿被覆系統翻新修正暨技術授權金年度收取 130 仟元；友達光電可撓式太陽能電池技術開發收入 240 仟元；琦芯電漿濺射鋁、鎳及鉻反射膜電漿製程相關技術開發研究收入 300 仟元。

(3)開發成功之高功率脈衝磁控濺射(HIPIMS)鍍膜技術極具商機，並已成功技轉國內滿益金科技有限公司，拓展目前電漿鍍膜設備無法處理之高附加價值之工業零組件開發。所開發之先進裝置，國內首創，其規模亦超越國際水準。其鍍膜功能，兼具電弧鍍膜之高附著性及傳統鍍膜之細緻密性，提昇附著性 3 倍以上，更成功克服了低溫黑色鍍膜之瓶頸，大幅提昇電漿鍍膜的技藝與功效，有效推展至更寬廣應用領域，也預期進一步對更高階之半導體、光電及太陽能電池產業將開啟另一前景。該公司在本所協助下已正式生產營運，並透過該公司商業上下產業鏈，及表面處理刊物廣為宣傳，順利提高其在傳統鍍膜產業之市場佔有率。

(4)與友達光電(AUO)簽定保密合作協定，將可撓式電漿鍍膜平台鍍製可撓式矽薄膜太陽能電池技術應用於筆記型電腦，此開發案已於去年 11 月於日本橫濱展展出。今年將持續進行後續可撓式薄膜太陽能電池與 3C 產品的搭配合作，開創另一節能的應用潮流。

(四)社會影響

1.電漿環保能源技術研發與應用

- (1)長期以來致力於都市垃圾焚化灰渣熔融資源化研究與廢棄物再利用技術開發，期能對環境保護有所貢獻。台灣每年產出數萬噸煉鋁爐渣與鋁集塵灰廢棄物，目前採掩埋處置，易造成土地遭受污染之環保問題。本所已成功開發該廢棄物製成耐火材料與複合材料資源化產品，並可安全供民生使用，嘉頡金屬公司係本所技術服務之輔導廠商，該公司正向經濟部申請再利用執照，產能預定處理每日 5-10 噸的煉鋁爐渣與鋁集塵灰，屆時將可增加約 15 人之就業機會，並為該公司開創利潤。
- (2)成功研發甲醇與二甲醚等第二代生質燃料，此生質燃料源自生質物屬於碳中和，具減碳效益。此外二甲醚與甲醇可作為替代燃料，使燃料來源多樣化、自主化，提高我國燃料之安全性與永續性。
- (3)已與豐映公司針對「電漿熔融氣化技術」簽訂合作協議備忘錄 MOU，現正辦理技術授權簽約中，豐映公司已擬每年增聘 3-5 名工程師；一旦蓋廠，產業效應增加就業人數可達十倍以上（30~50 名）。

2.電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1)本計畫順利完成高功率磁控脈衝濺鍍 HIPIMS 設備技轉乙案，使得電漿綠色表面工程技術之傳統產業推廣促使傳產環保化、科技化，累積至今已有 20 件以上之技轉成功案例，已在國內形成綠色環保製程之電漿鍍膜產業鏈，每年所創造之就業人數達幾十人以上。
- (2)本計畫積極克服太陽能電池模組之特殊拉線、串接及封裝等技術問題，以 6 片可撓式矽薄膜光伏元件的串接方式，製作長 1,200mm(幅寬 300mm)可撓式太陽能電池之展示型模組，具有輕薄、可撓曲、室外及室內均可發電等獨特功能，對與社區及建築物整合成一體(BIPV)之應用能力邁進一大步。

- (3)本計畫之捲對捲電漿鍍膜平台已進入整合鍍膜測試階段，關鍵組件大面積電漿反應器已與不銹鋼金屬捲材精密搭配，精準的張力控制捲材移動速度在 0.05~5 m/min，腔體真空度達 5×10^{-7} torr，真空回壓漏率約 6×10^{-4} Torr · L/s，基材加熱至 200°C 時之溫度均勻度為 $\pm 2.54\%$ ，氣體隔離閥阻氣效果符合設計規範，整體將可展現捲對捲連續鍍製 3,000mm 長(幅寬 300mm)可撓式矽薄膜光伏元件之能力，為國內發展可撓式節能產業之先驅。

(五)其它效益

1. 電漿環保能源技術研發與應用

- (1)開發灰渣熔融處理與資源化技術，主要目的是要降低廢棄物對環境污染之衝擊、確保環境安全及提昇灰渣再利用之價值。本所利用本材料資源化技術將煉鋁產生之廢爐渣開發製成高鋁磚耐火材料，經評審獲選為經濟部工業局 100 年度清潔生產推廣標的技術，並於 100 年 9 月 28 日接受經濟部工業局頒發技術卓越獎牌以資鼓勵；同時，經濟部工業局 12 月 13 日於經濟日報刊登該技術成果，標題為「化煉鋁爐渣為高級耐火材」，於國內進行宣傳與推廣。本所將繼續精進綠色材料化技術以推廣及應用於另類廢棄物，以及協助業界建立技術和策略聯盟，提供全方位的服務。
- (2)10 月 15 日中鋼公司能源環境事務推動辦公室來所參訪生質物電漿氣化爐，中鋼公司希望針對電漿氣化技術、電漿融渣融吹纖維產製技術等兩項技術，與本所簽訂合作備忘錄 MOU。本所研發成果吸引業界興趣，凸顯本所研發價值。
- (3)波蘭 Energa 公司於 10 月 13 日主動以 email 與本所聯繫，希望將本所電漿氣化發電技術引入波蘭。Energa 公司是波蘭最大的公司之一，員工超過一萬兩千人，是波蘭境內再生能源的領先公司。雖然跨國合作對於政府研發單位有其難處，但本所研發成果吸引國外廠商眼光與合作興趣，顯示本所研發方向正確、並凸顯本所研發價值。

- (4)東帝汶國會財經主席 Dr. Manuel Tilman 與東帝汶台商會林吉雄董事長等一行共 8 人，於 12 月 19 日前來本所參觀電漿氣化發電設施，希望引進電漿氣化技術，用於該國進行都市垃圾資源化發電。顯示本所研發獲得肯定，此一合作在未來具有潛在商業價值，國際人脈友誼建立對於國際外交有所幫助。

2. 電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- (1)電漿浸沒注入系統設施已形成國內唯一獨特研究平台，透過原能會-國科會基金及委託案，提供台科大、清大、陽明、長庚等進行先進之光電、半導體、生醫應用研究，今年有 2 篇 SCI 論文刊登及 1 篇 SCI 論文共同發表。目前有 2 位博士及 3 位碩士，使用該技術當研究論文題目，今年有 2 位碩士畢業。
- (2)本計畫之貴重儀器如 X 射線繞射儀、拉曼光譜儀、奈米硬度儀、全域光譜儀、SEM、GDOS 等每部均專人專業維護管理，使用前均需分別填寫申請表格及使用記錄，提供全所、合作單位及技轉業界運用，合計 30 筆以上。
- (3)貴賓參訪電漿表面改質研發成果 60 人次以上。參訪電漿氣化發電系統 50 人次以上。
- (4)本計畫之執行，完全遵照 ISO9001：2008 品保程序，進行 SOP 及記錄管理建立，有助於提高研發品質及技術累積。

二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破

請依本計畫(涉及)設定之成果項目以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主要之量化成果(如學術成就代表性重要論文、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、重大專利及項數、著作權項數等項目，含量化與質化部分)。

(填寫說明如表格內容，未使用之指標及填寫說明文字請刪除)

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就(科技基礎研究)	A 論文	國內外重要期刊 (SCI 等) 發表 12 篇，國內外會議論文發表 2 篇，合計 14 篇。 (詳如附錄一、佐證資料表之學術成就表)	發表期刊論文、國際性會議論文與國內會議論文，展現本所電漿技術紮根之基石，有效支援應用研究推廣。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	B 研究團隊養成	1 團隊 (詳如附錄一、佐證資料表之研究團隊表)	與台南大學、中央大學、淡江大學、中原大學、台科大等學校教授，組成研究團隊共同致力生質燃料之研發。成立生質燃料研發專業實驗室。	
	C 博碩士培育	8 人 (詳如附錄一、佐證資料表之培育人才表)	博士培訓 2 人，碩士 6 人，為國家培養下一代之研究人員。	
	D 研究報告	37 篇 (詳如附錄一、佐證資料表之研究報告表)	增進本所研發效益。	
	E 辦理學術活動	4 場次	建立國際人脈與合作管道，有助未來技術發展與國際資訊取得，對於技術發展有所幫助。	邀請 3 位國際學者來訪。
技術創新(科技整合創新)	G 專利	國內及國外發明專利共 23 件。 *獲得發明專利美國 2 件，中華民國 5 件，小計 7 件。 *申請發明專利美國 8 件，中華民國 8 件，小計 16 件。 (詳如附錄一、佐證資料表之智財資料表)	配合技術創新，申請多項專利，展現應用研發實力。	
	H 技術報告	7 篇 (詳如附錄一、佐證資料表之技術報告表)	增進本所研發效益	
	I 技術活動	5 場次 (詳如附錄一、佐證資料表之技術活動表)	提昇核研所在學術界之地位。	
	J 技術移轉	技術移轉 7 件 (詳如附錄一、佐證資料表之技術移轉表)	技術移轉(權利金 3,474 千元)，有效培育技轉廠商在全省各地茁壯生根，特別是輔導傳統產業科技化由點至面，具一定之貢獻。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	S 技術服務	技術服務 2 家 (詳如附錄一、佐證資料表之技術服務表)	收入技服金 3,200 千元，提供技術推廣平台，已成為業界新產品開發可行性評估及驗證之管道，減少投資風險。部份技轉廠商，經由此管道驗證成功後，再投資技術移轉，已有成功案例。	

陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

請依前述重要成果及重大突破說明其價值與貢獻度

一、學術成就(科技基礎研究)(權重25%)

(一)電漿環保能源技術研發與應用

- 1.利用都市垃圾焚化灰渣熔融後產出之水淬熔岩，再添加環氧樹脂混拌後製成吸波膠片，經檢測發現該膠片成品於 2-18 和 18-40 GHz 的頻率範圍具吸收作用，可供寬頻吸收材料使用，於未來或可取代原物料做為微波吸收材料的添加物，可應用於天線波型調整、雷達魅影消除、雷達截面積(RCS)之降低、微波暗室吸波材料及 EMI 防制等用途。另外，利用熔煉廢鋁所產出之廢鋁爐渣，添加少量膠合劑製作成高鋁磚耐火材料，可供高溫爐及窯業之耐火磚用途。
- 2.在本所 023 館成立一間新的「生質燃料研發實驗室」，與台南大學、中央大學、淡江大學、中原大學等學校，組成研究團隊共同致力生質燃料之研發，各校均有派學生前來本所進行相關研究與交流，培育生質燃料、電漿改質、再生能源等領域之高級研發人才。
- 3.邀請 3 位國際知名學者來訪，建立國際人脈與合作管道，有助未來技術發展與國際資訊取得，對於技術發展有所幫助。4 月 14 日捷克 Dr. Karel Svoboda 教授參訪核研所之電漿氣化發電廠與 DtG 實驗室。5 月 26 日美國佛羅里達大學機械與航太工程系莊念祖教授參觀核研所之電漿氣化廠與 DtG 實驗室。6 月 27 日法國 Orleans 大學 GREMI laboratory 的 Prof. Dunpin Hong 及 Dr. Rabat 來所參訪電漿

氣化廠。

- 4.第一分項計畫主持人曾錦清博士，6月1日受邀至台南大學綠能系進行一場「環境能源電漿技術發展與應用」專題演講。
- 5.於2011綠色科技工程與應用研討會暨兩岸三地綠色科技研討會，口頭發表「生質物有機朗肯循環發電系統之研究」論文，本文採用雙流體循環系統架構，熱媒油循環回路和有機朗肯循環回路，以R134a、R141b、Toluene、Benzene作為生質能發電之工作流體。結果顯示，在台灣夏季冷卻溫度較高條件下，熱功轉換效率最高為Benzene循環系統17.1%，若加入復熱器，最高為R141b循環系統22.1%，本文之發現對於廢熱回收再利用有所助益。
- 6.東帝汶國會財經主席 Dr. Manuel Tilman 與東帝汶台商會林吉雄董事長等一行共8人，於12月19日前來本所參觀電漿氣化發電設施，希望與本所合作引進電漿氣化技術，用於該國進行都市垃圾資源化發電。
- 7.為改善生質合成氣含CO₂的問題，本計畫致力CO₂對一階段產製二甲醚合成技術的影響與改善，透過特殊觸媒的研發，證實在合成氣含CO₂濃度5%以內時，不會影響二甲醚產率與選擇性，可改善生質合成氣含CO₂的負面作用，降低生質二甲醚產製成本，成果已彙整一篇論文"One-step synthesis of dimethyl ether (DME) from the gas mixture containing CO₂ with high space velocity"，投稿至International Journal of Hydrogen Energy。

(二)電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- 1.本計畫所開發之電漿浸沒離子注入技術(PIII)具有離子注入與鍍膜雙重功能，是一種前瞻三維離子注入技術，非常適合形狀複雜之半導體元件、機械零組件及生醫元件(如人工牙根等)之前瞻應用研究。本年度電漿浸沒注入技術透過原能會-國科會基金、委託案，提供清大、陽明、長庚等進行先進之半導體及生醫應用研究，已形成國內唯一之獨特平台，成果與應用結合，如其中2.5keV PIII氮離

子注入 High-k gated metal-oxide-semiconductor devices 後之 stress-induced leakage 降低超過 50%、stress-induced flat-band voltage shifts 降低超過 33%及等效氧化層厚度(EOT)降至 9.6Å 等；氧離子注入人工植牙材後可提昇細胞增生率約 35 %及抗菌性約 50 %，已具應用潛力。

2. 本計畫所開發之電漿輔助化學氣相沉積(PECVD)技術具有大面積、高沉積速率之前瞻鍍膜技術，可應用在捲揚式及連線電漿鍍膜設備上，進行半導體元件、薄膜光伏及薄膜智能元件開發。本年度利用 PECVD 合成大面積且高速率沉積 SiO_xCy 薄膜，此薄膜可應用在有機電激發光二極體(OLED)光電元件上，做為阻水阻氣層，可大幅增進有機發光二極體之壽命，並與學術單位共同合作開發此電漿鍍膜製程獲得 1 篇 SCI 論文刊登。除此之外，利用 PECVD 技術鍍製可撓式矽薄膜太陽能電池，為掌握此類型太陽能電池元件於不同環境下操作時的特性差異，研究 PECVD 合成矽薄膜於低溫下撓曲特性，探討元件特性變化的物理機制，並於 SCI 期刊 Solid-State Electronics, Vol. 54, 12, 1632-1636 刊登論文一篇。而為往下世代可撓式薄膜太陽光電產業開發，電池光電轉換效率的提升及成本的降低為研發重點。因此，對新穎結構的太陽能電池開發研究將更為重要，藉由引入低阻值金屬銅鎂合金取代電子型摻雜層，完成元件結構的製作並詳細分析元件特性，達成效率提昇目的，並於 2011 年 SCI 期刊 Solid-State Electronics, Vol. 57, 1(2011), 73-75 刊登論文一篇。
3. 2011 年 3 月艾啟峰博士應邀於「AVS international plasma workshop」演講，講題為「Industrial Plasma Surface Engineering」，展現本所開發諸多工業電漿技術相當獨特，不但符合國內環境需求，且世界唯一，並再獲邀於 2012 年 ICMCF 國際薄膜年會公開演講。
4. 參加日本舉辦之 AM-FPD'11 國際研討會並發表一篇會議論文，展現本計畫在可撓式太陽能電池研發成果。並藉由參加國際會議發表論文機會來提升本所於可撓式節能薄膜元件研發之國際能見度，搜

集國外最新資訊，瞭解國外研發現況、市場及未來發展方向，並與各國頂尖專家交流，加速本所在可撓式製程應用之開發。

- 5.高功率磁控脈衝濺鍍技術(HIPIMS)兼具電弧鍍膜之高附著性及傳統鍍膜無微粒與高度平滑細緻之薄膜鍍製功能，開發低溫透明導電膜製程，鍍製主結構(002)之AZO透明導電膜，透光度達 81.9%，導電度 $8.4 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$ ，其光電特性與傳統ITO透明導電膜相當，具工業應用潛力。於SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY發表SCI論文一篇，題目為「Room temperature deposition of aluminum-doped zinc oxide films by a non-reactive high power impulse magnetron sputtering」。
- 6.大氣電漿滅菌技術與真空電漿滅菌技術相較，由於其不需額外真空設備便可進行滅菌之優勢，處理速度快且設備成本較低，工業應用競爭力雄厚，於SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY發表SCI論文一篇，題目為「Room temperature deposition of aluminum-doped zinc oxide films by a non-reactive high power impulse magnetron sputtering」。

二、技術創新(科技整合創新)(權重25 %)

(一)電漿環保能源技術研發與應用

- 1.以熔岩纖維為原料開發製成礦物纖維紙，可供防火材料使用，「礦物纖維紙之製造方法(Method for Making Mineral Fiber Paper)」於100年6月13日獲得美國發明專利，專利權號碼：US7,938,933B2，專利期間97年4月23日至117年4月22日。
- 2.以水淬熔岩或焚化灰渣為原料開發製成熔岩纖維，部份纖維含熔岩細粒較多，經本篩選裝置可去除熔岩細粒，而保留品質較佳的纖維。「製作熔岩纖維之篩選裝置」於100年10月11日獲得中華民國發明專利，專利權號碼：發明第I350218號，專利期間2011年10月11日至2028年5月22日。
- 3.以煉鋁爐渣廢棄物開發製作耐火材料，民間企業有興趣將該技術產

- 業化，已向經濟部工業局申請再利用許可，本所於 100 年 4 月 14 日申請中華民國發明專利，專利名稱「煉鋁爐渣耐火材料之製造方法」，申請案號 100112910。同時亦於同年 5 月 12 日申請美國專利，申請案號 13/106,061。
4. 以煉鋁爐渣廢棄物開發製作複合材料，本所於 100 年 5 月 13 日提出申請，專利名稱「煉鋁爐渣複合材料之製造方法」，申請案號 100116924。
 5. 在漿態床反應器中利用吸收劑移除反應中的產物或副反應的反應物，藉此提昇可逆反應的正反應，達到提高反應物之轉化率與主產物的選擇率，提高整體生產效益。申請美國專利"Method for increasing the yield of a slurry bed reactor (13/044,739)"。
 6. 「電漿火炬之移動式機構」，本技術創新是有關於一種電漿火炬的裝置，並且特別指能控制火炬電弧移動的機構方式，申請中華民國發明專利。此控制陰電極電弧位置之電漿火炬裝置發明，係透過凸輪機構導引磁鐵與氣流場之設計，將陰電極弧根在電極內部表面進行往復的週期性移動，藉此避免電弧單一位置放所造成的損耗並能大幅減緩其熔蝕現象，不僅能使電漿火炬長時間穩定運行，更提升電極壽命與可靠度，以有效達到降低電漿火炬運轉成本與有利推廣應用的目標。
 7. 李恆毅、曾錦清、李灝銘等三人，以「利用低階熱能產生電力及冷凍之裝置與方法」之發明，榮獲「2011 台北國際發明暨技術交易展」發明競賽銅牌獎。
 8. 楊昇府、王多美、張彥華、李文成、孫金星、曾錦清等 6 人，發表「以煉鋁爐渣為原料製作高鋁耐火材料資源再利用技術」獲得經濟部工業局技術卓越獎狀。

(二)電漿在綠色表面工程技術開發與推展

1. 本年度電漿在綠色表面工程技術開發與推展分項計畫獲得中華民國專利 5 件，分別為「高溫比面積電阻量測裝置，發明第 I340238

- 號」、「中空陰極電漿處理裝置，發明第 I351899 號」、「熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法，發明第 I353391 號」、「中空陰極電漿產生裝置，發明第 I350131 號」，及美國專利「鈍化修補太陽能電池缺陷之方法，US8,062,964B2」。
- 2.本計畫在可撓式薄膜太陽能電池製程與封裝技術進行專利佈局，建立未來商業化基礎。本年度重要專利包括：(a)為了解決可撓式薄膜太陽能電池進行模組在裁切的過程中造成導電基材與元件之電極發生短路的現象而導致元件失效問題，提出「一種適用於捲對捲連續製程可撓式薄膜太陽能電池元件裁切結構及其製程方式」，申請中華民國專利，申請案號：100129719。(b)建築物結合太陽能電池已是目前太陽能電池的發展主軸，而可撓式薄膜太陽能電池除了具備發電的功能外，外觀上必須與建築物結合為一體，本計畫藉由控制透明導電層與半導體層的厚度搭配開發出具有不同色彩形貌的可撓式薄膜太陽電池並提出「一種簡易製作彩色型可撓式薄膜太陽能電池的方法」，申請中華民國專利，申請案號：100137374。。
- 3.大氣電漿鍍膜技術由於其直接在一大氣壓下進行鍍膜，不像真空鍍膜技術需要一套真空腔體及真空抽氣設備，因此可大幅降低成本，在光電鍍膜產業有極佳市場競爭力，為目前相當熱門之研發技術。本計畫開發一種無電極污染之大面積大氣電漿鍍膜裝置，該裝置係由一密閉式平面型大氣電漿源、一長線型氣態先驅物均勻噴出裝置、一鍍膜基材移動裝置及一負壓大氣電漿鍍膜腔等所組成，以達到可完全避免電極被鍍膜先驅物污染，並可避免製程中之薄膜被電極上脫落之碎片與微粒污染，因此，電極使用後無需作定期清潔而可在常壓下連續沉積大面積之高品質氧化膜，以提昇產量與降低成本，提昇產品之競爭力。申請美國專利，申請案號：13/080,874。

三、經濟效益(產業經濟發展)(權重30%)

(一)電漿環保能源技術研發與應用

- 1.嘉頓金屬公司委託本所開發之「以煉鋁爐渣廢棄物開發製作高鋁磚

耐火材料」，已向經濟部工業局申請再利用許可，再利用試驗計畫已通過，正撰寫申請書協助嘉頓公司提出再利用個案申請，該公司準備將高鋁磚耐火材料產業化。產業化所帶來之經濟效益包括(1)增加約 15 人之就業機會(2)為公司創造額外利潤及減少掩埋處理費用(3)避免環境遭受掩埋處理所衍生之土地與地下水污染(4)取代氧化鋁粉末自國外進口費用(5)減少碳排放與降低社會成本。

2. 「台北國際發明暨技術交易展」會場，豐映公司與核能研究所針對「電漿熔融氣化技術」簽訂合作協議備忘錄 MOU，雙方將共同合作推廣電漿氣化技術，樂觀預估潛在產值達數十億元。
3. 小型電漿火炬應用於半導體尾氣(PFC 廢氣)處理機台系統合作開發暨技術授權案，技轉廠商為台禹科機股份有限公司。本合作開發暨技術授權案期程 10.5 年(合作開發期 0.5 年，技術授權期 10 年)，合作開發 100 萬，授權金 50 萬，權利金收取依年度結算之銷售金額 3.2%收取。本案預期最低收入總額 1,430 萬，目前完成簽約。本件技術移轉之主要技術為電漿火炬高溫熔融技術，用電漿技術來處理 PFCs 廢氣的去除效率最高，而且操作工安與維護成本具絕對優勢。其重要性為協助本國半導體業達到 2012 承諾溫室效應氣體減量目標，避免國際制裁；另一可藉本技術設備成本低，維修成本低，及火炬耗材壽命長的優勢，協助廠商研製具競爭力設備，提升在國內市場的佔有率，日後更可向國外市場推展。

(二)電漿在綠色表面工程技術開發與推展

1. 本年度之高功率脈衝磁控濺射(HIPIMS)鍍膜技術順利技轉國內滿益金科技有限公司，進行拓展目前電漿鍍膜設備無法處理之高附加價值之工業零組件(如處理大型模具及一些高附加價值精密齒輪等)，協助國內傳統產業昇級，增加利潤及就業人口，今年技服金收入 2,200 仟元，含權利金 1,000 仟元。
2. 本年度電漿鍍膜技術之產業應用推展，技服金收入 2,976 仟元，含權利金 2,736 仟元。

(a)滿益金科技有限公司為提昇第一代電漿被覆系統性能及產品品質，委託本所簽訂「衛浴零組件鍍瓷金被覆系統升級高功率脈衝磁控濺射技術」一案，全案簽約金 10,600 仟元，權利金 2,300 仟元。今年技服金收入 2,200 仟元，含權利金 1,000 仟元。

(b)與遠東鈦金科技股份有限公司超大型高產能建材(金屬板)表面鈦瓷金電漿被覆系統工程合作開發，100 年度權利金收入 106 仟元。量產式建材表面鈦瓷金電漿被覆系統翻新修正暨技術授權金年度收取 130 仟元；友達光電可撓式太陽能電池技術開發收入 240 仟元；琦芯電漿濺射鋁、鎳及鉻反射膜電漿製程相關技術開發研究收入 300 仟元。

3.開發成功之高功率脈衝磁控濺射(HIPIMS)鍍膜技術極具商機，並已成功技轉國內滿益金科技有限公司，拓展目前電漿鍍膜設備無法處理之高附加價值之工業零組件開發。所開發之先進裝置，國內首創，其規模亦超越國際水準。其鍍膜功能，兼具電弧鍍膜之高附著性及傳統鍍膜之細緻密性，提昇附著性 3 倍以上，更成功克服了低溫黑色鍍膜之瓶頸，大幅提昇電漿鍍膜的技藝與功效，有效推展至更寬廣應用領域，也預期進一步對更高階之半導體、光電及太陽能電池產業將開啟另一前景。該公司在本所協助下已正式生產營運，並透過該公司商業上下產業鏈，及表面處理刊物廣為宣傳，順利提高其在傳統鍍膜產業之市場佔有率。

4.與友達光電(AUO)簽定保密合作協定，將可撓式電漿鍍膜平台鍍製可撓式矽薄膜太陽能電池技術應用於筆記型電腦，此開發案已於去年 11 月於日本橫濱展展出。今年將持續進行後續可撓式薄膜太陽能電池與 3C 產品的搭配合作，開創另一節能的應用潮流。

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重15%)

(一)電漿環保能源技術研發與應用

1.長期以來致力於都市垃圾焚化灰渣熔融資源化研究與廢棄物再利用技術開發，對環境保護有所貢獻。台灣每年產出數萬噸煉鋁爐渣與鋁集塵灰廢棄物，目前採掩埋處置，易造成土地遭受污染之

環保問題。本所已成功開發該廢棄物製成耐火材料與複合材料資源化產品，並可安全供民生使用，嘉誼金屬公司係本所技術服務之輔導廠商，該公司正向經濟部申請再利用執照，產能預定處理每日 5-10 噸的煉鋁爐渣與鋁集塵灰，屆時將可增加約 15 人之就業機會，並為該公司開創利潤。

- 2.在環保節能上，推動二件技轉案，「小型電漿火炬應用於半導體尾氣(PFC 廢氣)處理機台系統合作開發暨技術授權」(已簽約)與光電業「MOCVD 製程廢氫氣處理裝置技術服務暨授權」(洽談中)。第一件之環保重要性為降低我國二氯化碳之排放量，降低地球溫昇效應減少極端氣候變遷；另協助本國半導體業達到 2012 承諾溫室效應氣體減量目標，避免國際制裁及商業貿易抵制。第二件則為衍生節能重要性，因 LED 節能照明為未來趨勢，LED 光電產業為台灣重點發展項目，本案協助 LED 產業尾氣環保設備研製，間接益助節能元件之生產及應用，有助減少溫室效應氣體排效。
- 3.成功研發甲醇與二甲醚等第二代生質燃料，此生質燃料源自生質物屬於碳中和，具減碳效益。此外二甲醚與甲醇可作為替代燃料，使燃料來源多樣化、自主化，提高我國燃料之安全性與永續性。
- 4.已與豐映公司針對「電漿熔融氣化技術」簽訂合作協議備忘錄 MOU，現正辦理技術授權簽約中，豐映公司已擬每年增聘 3-5 名工程師；一旦蓋廠，產業效應增加就業人數可達十倍以上(30~50 名)。

(二)電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- 1.本計畫順利完成高功率磁控脈衝濺鍍 HIPIMS 設備技轉乙案，使得電漿綠色表面工程技術之傳統產業推廣促使傳產環保化、科技化，累積至今已有 20 件以上之技轉成功案例，已在國內形成綠色環保製程之電漿鍍膜產業鏈，每年所創造之就業人數達幾十人以上。
- 2.為因應歐盟的危害物質限用指令 RoHS 之保護環境的法令，對國內表面處理產業(電鍍處理)所造成衝擊，及更積極拓展下世代可撓式薄膜太陽能電池及智能材料等綠能產業。已將 HIPIMS 電漿鍍膜系

統、電漿源、PECVD、PVD、及先導型 Roll to Roll 等電漿鍍膜設備大型化，有效降低成本，取代高污染之電鍍產業，並對國內環保及綠能產業作出具體貢獻。

- 3.與友達光電(AUO)簽定保密合作協定，進行可撓式薄膜太陽能電池與電子書產品的搭配合作先期開發案，開創國內另一 3C 產品節能之應用潮流。

五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重5%)

(一)電漿環保能源技術研發與應用

- 1.開發灰渣熔融處理與資源化技術，主要目的是要降低廢棄物對環境污染之衝擊、確保環境安全及提昇灰渣再利用之價值。本所利用本材料資源化技術將煉鋁產生之廢爐渣開發製成高鋁磚耐火材料，經評審獲選為經濟部工業局 100 年度清潔生產推廣標的技術，並於 100 年 9 月 28 日接受經濟部工業局頒發技術卓越獎牌以資鼓勵；同時，經濟部工業局 12 月 13 日於經濟日報刊登該技術成果，標題為「化煉鋁爐渣為高級耐火材」，於國內進行宣傳與推廣。本所將繼續精進綠色材料化技術以推廣及應用於另類廢棄物，以及協助業界建立技術和策略聯盟，提供全方位的服務。
- 2.10 月 15 日中鋼公司能源環境事務推動辦公室來所參訪生質物電漿氣化爐，中鋼公司希望針對電漿氣化技術、電漿融渣融吹纖維產製技術等兩項技術，與本所簽訂合作備忘錄 MOU。本所研發成果吸引業界興趣，凸顯本所研發價值。
- 3.波蘭 Energa 公司於 10 月 13 日主動以 email 與本所聯繫，希望將本所電漿氣化發電技術引入波蘭。Energa 公司是波蘭最大的公司之一，員工超過一萬兩千人，是波蘭境內再生能源的領先公司。雖然跨國合作對於政府研發單位有其難處，但本所研發成果吸引國外廠商眼光與合作興趣，顯示本所研發方向正確、並凸顯本所研發價值。
- 4.東帝汶國會財經主席 Dr. Manuel Tilman 與東帝汶台商會林吉雄董事長等一行共 8 人，於 12 月 19 日前來本所參觀電漿氣化發電設施，

希望引進電漿氣化技術，用於該國進行都市垃圾資源化發電。顯示本所研發獲得肯定，此一合作在未來具有潛在商業價值，國際人脈友誼建立對於國際外交有所幫助。

(二)電漿在綠色表面工程技術開發與推展

- 1.執行本計畫之實驗室貴重儀器如 X 射線繞射儀、拉曼光譜儀、奈米硬度儀、全域光譜儀、SEM、GDOS 等提供全所、合作單位及技轉業界運用，合計 30 筆以上。
- 2.電漿浸沒注入系統設施已形成國內唯一獨特研究平台，透過原能會-國科會基金及委託案，提供台科大、清大、陽明、長庚等進行先進之光電、半導體、生醫應用研究，今年有 2 篇 SCI 論文刊登及 1 篇 SCI 論文共同發表。目前有 2 位博士及 3 位碩士，使用該技術當研究論文題目，今年有 2 位碩士畢業。
- 3.貴賓參訪電漿表面改質研發成果 60 人次以上。參訪電漿氣化發電系統 50 人次以上。
- 4.本計畫之執行，完全遵照 ISO9001：2008 品保程序，進行 SOP 及記錄管理建立，有助於提高研發品質及技術累積。

柒、與相關計畫之配合

- 一、電漿浸沒注入系統設施已形成國內唯一之獨特研究平台，透過原能會-國科會基金及委託案，提供台科大、清大、陽明、長庚等進行先進之光電、半導體、生醫應用研究，今年執行 5 件合作/委託案。今年共同研究成果，有 2 篇 SCI 論文已刊登另 1 篇 SCI 論文今年正在等待刊登中，去年申請之一篇美國專利正辦理領證中，並協助培養碩博士生。
- 二、與燃材組SOFC計畫合作共同開發脈衝直流磁控濺鍍製程技術，探討不同鍍膜條件分別對新Crofer 22H連接板及氧比率之預氧化連接板等基材鍍製鋇錳酸鋇($\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$)保護膜之阻絕鉻之保護特性，研究成果已發表於 2011 年亞洲材料年會及 2011 年陶業年會共 2 篇論文。
- 三、配合本所生質物電漿氣化爐之運轉，進行電漿火炬在正壓環境下(>1 atm)之操作特性研究，尋找並了解電漿火炬在有正壓力的氣化爐運作時可能發生之現象與問題，例電漿火炬在正壓環境下熄火不易再點燃，進而探討解決方案。本實驗結果可作為本所生質物電漿氣化爐設施內電漿火炬在正壓環境下運轉之參考依據，俾使整體電漿氣化系統運轉更順利。

捌、後續工作構想之重點

- 一、電漿熔融資源化技術領域，除繼續測試已建立之焚化灰渣電弧熔融，改變熔融操作模式，以降低熔融耗能率之外；另開發以熔岩纖維為原料之各類材料及協助國內產業所產出之廢棄物進行再利用技術之開發，如煉鋁爐渣、爐渣純化製成氧化鋁粉末、氧化鋁製成陶瓷基板與棄置之廢保溫綿處理等，使本資源化技術能更密切與產業結合，實際應用於產業待解決之廢棄物，或進一步製成有用之資源化產品。
- 二、電漿氣化發電技術在今年證實可在高氣壓下安全運轉並成功發電。氣化部分，明年將增加測試次數，讓技術更成熟；同時分析系統能耗，找出關鍵點加以改善，以提高整體系統效率。發電部分，致力熱能回收技術的整合，讓廢熱充分獲得利用，提高系統熱利用率。明年預計舉辦兩場說明會，對外宣傳本所技術現況，強化技術推廣工作，努力

邁向技術產業化。

- 三、延續高功率磁控脈衝濺鍍 HIPIMS 設備之大型化(scale-up)設備、功率、與工業用製程技術開發等性能提昇工作，用於拓展傳統電漿鍍膜技術無法處理之大型模具及高品質光電膜等應用技術開發，繼續拓展技轉業務。
- 四、配合電漿在綠色表面工程技術開發與推展之計畫執行方向，本年度積極整合多年累積之大型電漿鍍膜系統開發技術及多年在傳統產業推廣成功之經驗與模式，配合可撓式薄膜太陽能電池及智慧節能材料所需之大面積電漿源與大面積 RF&VHF PECVD 電漿披覆設備與製程技術之開發，加速建置下世代可撓式薄膜太陽能電池及薄膜節能元件之先導型撿揚式電漿鍍膜平台，目前已成功於不銹鋼基板上鍍製長 6,000mm(幅寬 300mm)之單層矽薄膜(太陽能電池之 i 層)，未來將以氣體閘門(gas gate)隔離三種不同製程腔體，連續鍍製矽薄膜太陽能電池所需之 n-i-p 三層矽薄膜，一氣呵成，儘早達成量產且有效降低成本的產業化目標，突破目前國內製造商全部引進國外整廠生產設備(turn-key)，期能達成國內完全技術自主可撓式太陽能電池產業。

玖、檢討與展望

- 一、順利完成高功率磁控脈衝濺鍍 HIPIMS 設備技轉乙案，使得電漿綠色表面工程技術之傳統產業推廣促使傳產環保化、科技化至今已有 20 餘件案例，奠定了基石，未來將循此模式延續朝市場大高科技產業推廣轉型，以另創佳績。
- 二、積極將本所電漿鍍膜平台轉型應用至綠色能源產業，並以下世代可撓式能源及節能元件產業為主要拓展目標。未來將積極拓展可與此平台結合之薄膜能源、薄膜節能及薄膜儲能之製程技術開發，以實現創能、蓄能及節能三者功能之整合性產品及綠建築使用之重要材料，開創輕、薄及可撓曲之全固態薄膜之下世代綠色能源節能新產業。
- 三、熱電漿技術今年有多家廠商自主性拜訪，隨著市場需求的出現，主

動提出技術轉移與技術合作的要求，已有嘉誼金屬公司、台禹科機股份有限公司、豐映公司等與本所簽訂合作協議備忘錄 MOU、技術授權、或合作開發，顯示本所長期投入的熱電漿技術確實具有產業價值，未來將以低限度的投資持續進行改善工作，確保核心技術，以備市場隨時之需。

四、電漿熔融資源化在多年技術發展與努力技術推廣下，今年正式邁入產業化階段，技術授權給嘉誼金屬公司，目前正等待經濟部工業局核准煉鋁爐渣再利用試驗計畫，即可正式產業化。未來本所將繼續拓展與國內產業界聯繫，將本所相關之資源化技術，技轉、技術服務或輔導給業界，務求研發產業化。

五、因應政府組織再造，核研所明年將改隸經濟部，研發定位將從上中游為主、轉向到中下游均須兼顧，在工作量增加、總經費減少、人力無法擴充等困難下，本所仍盡力達成各方的所有要求。但在資源、人力、時間、空間有限的現實，本所研發重心與走向將以產業化為最主要目標。

填表人：艾啟峰 聯絡電話：03-4711400 轉 7300 傳真電話：03-4711408

E-mail：cfai@iner.gov.tw

主管簽名：黃慶村

附錄一、佐證資料表

(請選擇合適之佐證資料表填寫，超過1筆請自行插入列繼續填寫，未使用之指標資料表請刪除)

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用(第二期)

【A 學術成就表】

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別	引用 情形	獲 獎 情形	論文出處
Effect of the Water quenched Slag-epoxy resin Composite on Microwave Absorbing Properties	丁治豪	2011	d	N	N	JOURNAL OF THE CHINESE CHEMICAL SOCIETY Vol. 58, No. 1, pp.1-7, 2011
Co-pyrolysis of sunflower-oil cake with potassium carbonate and zinc oxide	曾錦清	2011	d	N	N	BIORESOURCE TECHNOLOGY 卷:102, 期:23, 頁:11011-11017
以銅鎂合金取代電子型摻雜層之非晶矽薄膜太陽能電池元件結構之製作	王敏全	2011	d	N	N	Solid-State Electronics, Vol. 57, 1(2011), 73-75
Sorption and Biodegradation of Sulfonamide Antibiotics by Activated Sludge: Experimental Assessment Using Batch Data Obtained under Aerobic Conditions	楊昇府	2011	d	N	N	WATER RESEARCH Vol. 45, pp.3389-3397, 2011
煉鋁爐渣再利用材料化現況及發展	楊昇府	2011	b	N	N	工 程 Vol.84 No.2 p.56-p.61
均勻常壓電漿技術之發展現況與回顧	陳信良	2011	b	N	N	化工技術，第 214 期，第 132-147 頁
煉鋁爐渣為原料製作耐火材料之研究	楊昇府	2011	b	N	N	鑛冶第 55 卷第 1 期 p.51-p.56
非熱電漿結合吸附劑和觸媒去除C ₃ F ₈ 之研究	林渤原、張木彬、 陳信良、李灝銘、 游生任、李壽南	2011	d	N	N	PLASMA CHEMISTRY AND PLASMA PROCESSING, Vol. 31,41(2011), 585-594
Effects of nitrogen incorporation by plasma immersion ion implantation on electrical characteristics of high-k gated MOS devices	Chung-Hao Fu、張 廖貴術、Tien-Ko Wang、蔡文發、 艾啓峰	2011	d	N	N	MICROELECTRONIC ENGINEERING
Room temperature deposition of aluminum-doped zinc oxide films by a non-reactive high power impulse magnetron sputtering	許智祐、吳錦裕、 梁文龍、蔡文發、 艾啓峰	2011	d	N	N	SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY
Study on Inactivation Efficacy of Airborne Bacteria by Dielectric Barrier Discharge	陳永枝、陳孝輝、 黃財富、黃孟涵	2011	d	N	N	JOURNAL OF ELECTROSTATICS Submit 2011/10/17 No.ELSTAT-D-11-00154
矽薄膜於低溫下撓曲特性進行研究	曹書瑋	2011	d	N	N	Solid-State Electronics, Vol. 54, 12(2011), 1632-1636
生質物有機朗肯循環發電系統之研究	李恆毅	2011	e	N	N	2011 綠色科技工程與應用研討會暨兩岸三地綠

						色科技研討會
The bending effect of amorphous silicon thin-film solar cells under the mechanical str	王敏全	2011	f	N	N	日本 AM-FPD” 11 國際光電技術研討會

註：文獻類別分成 a 國內一般期刊、b 國內重要期刊、c 國外一般期刊、d 國外重要期刊、e 國內研討會、f 國際研討會、g 著作專書；引用情形分成 Y1 被論文引用、Y2 被專利引用、N 否；獲獎情形分成 Y 有獲獎、N 否；論文出處列出期刊名稱，卷期，頁(如科學發展月刊，409 期，頁 6-15)

【B 研究團隊表】

團隊名稱	團隊所屬機構	團隊性質	成立時間 (西元年)
生質燃料研發實驗室	核能研究所、中央大學、中原大學、淡江大學、台科大、台南大學	b, e	2011

註：團隊性質分成 a 機構內跨領域合作、b 跨機構合作、c 跨國合作、d 研究中心、e 實驗室

【C 培育人才表】

姓名	學歷	機構名稱	指導教授
楊志雄	a	陽明大學牙醫系	黃何雄
陳雅肯	a	陽明大學牙醫系	黃何雄
謝孝基	b	清華大學工科系	張廖貴術
林敬博	b	清華大學工科系	柳克強
陳政揚	b	清華大學工科系	喻冀平
廖英凱	b	長庚大學電子所	賴朝松
廖天右	b	台北科技大學機械所	吳翼貽
鄭柏翔	b	交通大學顯示所	蔡娟娟

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

【D 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
都市垃圾焚化灰渣以熔吹法產製熔岩纖維之研究	李文成	2011	核能研究所
沉析貴金屬觸媒於熔岩纖維表面之研究	王多美、楊昇府、葉俊彥、張彥華	2011	核能研究所
煉鋁爐渣提取氫氧化鋁之方法簡介	王多美、楊昇府、葉俊彥、張彥華、李文成、孫金星	2011	核能研究所
煉鋁集塵灰使用酸鹼法製備氫氧化鋁	王多美、楊昇府、葉俊彥、張彥華、李文成、孫金星	2011	核能研究所

以岩棉保溫材為原料製作人造石複合材料	張彥華、楊昇府、王多美、李文成、孫金星	2011	核能研究所
PECVD 設備應用光電膜性能提昇研究	黃彥棠、蔡娟娟	2011	核能研究所
小型生質物氣化發電系統之氣化與發電實驗探討	余玉正	2011	核能研究所
有機朗肯循環熱力機械淺談	李恆毅、李永武	2011	核能研究所
非熱電漿滅菌測試平台之建立及操作	楊明松、顏志明、陳孝輝	2011	核能研究所
蒸氣火炬之電極腐蝕機制研究	趙修武	2011	核能研究所
電漿離子注入設備功能提昇研究	甯逢春	2011	核能研究所
電漿浸沒離子注入技術應用於人工植牙之性能提昇研究	黃何雄	2011	核能研究所
電漿熱流分析研究	李鎮宇、魏伯任、林仁輝	2011	核能研究所
常壓非熱電漿滅菌裝置之模擬研究	吳宗信、洪捷榮	2011	核能研究所
大氣低溫電漿噴流之特性研究	黃財富	2011	核能研究所
電漿系統監控模擬分析研究	劉國辰	2011	核能研究所
摻鋁氧化鋅(Al-doped ZnO)微球應用於薄膜太陽電池背反射層之研究	羅仕守、林真榆	2011	核能研究所
電漿技術應用於高阻氣層鍍膜特性	艾和昌	2011	核能研究所
高功率脈衝磁控濺射技術開發及商業運用	吳錦裕、梁文龍	2011	核能研究所
高功率脈衝磁控濺射技術合作開發案結案報告	謝政昌、吳錦裕、楊明忠、林獻珍、陳駿昇	2011	核能研究所
捲揚式 PECVD 鍍膜系統設計與開發	曾慶沛、陳駿昇、林登連、謝政昌	2011	核能研究所
太陽能電池研發無塵室之規劃設計	蔡明瑞、李佳誠、謝政昌、艾啓峰	2011	核能研究所
無塵室電漿鍍膜設施冷卻系統整合規劃建置	蔡明瑞、李佳誠、謝政昌、艾啓峰	2011	核能研究所
在軟性不鏽鋼基板上電洞漂移率對 PIN/NIP 型薄膜太陽電池的模擬研究	陳恩仕	2011	核能研究所
連續式矽薄膜設備系統之溫度量測與均勻度之改善	陳駿昇、林登連、曾慶沛、楊明忠、謝政昌	2011	核能研究所
可撓式電漿鍍膜技術應用於光電產	王敏全	2011	核能研究所

業技術研討會 AM-FPD"11 會議出國報告			
高功率脈衝磁控濺鍍鋅鋁氧化鋅透明導電薄膜性質之研究	許智祐、吳錦裕、蔡文發、艾啓峰	2011	核能研究所
Inline PECVD 製作非晶矽薄膜太陽電池元件之研究	陳泳智，王敏全，陳駿昇，謝政昌，詹德均，艾啓峰，許子衿	2011	核能研究所
高功率脈衝磁控濺鍍類鑽碳薄膜研究	梁文龍、吳錦裕、艾啓峰	2011	核能研究所
NIP 結構微晶矽薄膜太陽電池於不鏽鋼基板之研發	許子衿，陳泳智，王敏全，詹德均，艾啓峰	2011	核能研究所
鉛、硫化鋅及銅銦鎵硒化合物薄膜應用於銅銦鎵硒太陽能電池之研究	常皓然，詹德均，王敏全，薛天翔	2011	核能研究所
氫化薄膜用於全固態電致變色元件的製程方式	楊昌翰，王敏全，詹德均；艾啓峰	2011	核能研究所
非晶矽薄膜太陽能電池之 ITO 上電極製程研究	黎禹辰、王敏全、詹德均、艾啓峰	2011	核能研究所
平面型中空陰極大氣電漿強化化學氣相沈積氧化矽阻氣薄膜之評估研究	薛天翔、陳信良、蔡丁貴	2011	核能研究所
大氣電漿聚合氧化矽薄膜於高分子基材做為防刮應用	薛天翔、陳信良、蔡丁貴	2011	核能研究所
高氣壓狀態下電漿之基礎特性研究	張木彬、紀凱獻、洪保鎮、張書豪	2011	核能研究所
非傳輸型直流電漿火炬在正壓環境下之操作特性研究	林登連、陳孝輝、曾錦清	2011	核能研究所

【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦(起-迄)日期 (YYYY/MM/DD)	主/協辦單位
捷克 Dr. Karel Svoboda 教授參訪核研所之電漿氣化發電廠與 DtG 實驗室。	b	2011/04/14	核能研究所
美國佛羅里達大學機械與航太工程系莊念祖教授參觀核研所之電漿氣化廠與DtG實驗室。	b	2011/05/26	核能研究所
法國 Orleans 大學 GREMI laboratory 的 Prof. Dunpin Hong 及 Dr. Rabat 來所參訪電漿氣化廠。	b	2011/06/27	核能研究所
大陸 2011 第三屆煤製烯烴(CtO)	b	2011/11/14-15	核能研究所

技術經濟研討會			
---------	--	--	--

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會、c 兩岸研討會

【G 智財資料表】

專利名稱	專利類別	授予國家	證書號碼	發明人	專利權人	有效(起-迄)期間 (YYYY/MM)
Method for Making Mineral Fiber Paper	a	b	US7,938,933B2	王多美、楊昇府、李永武、孫金星、李文成、陳靖良、曾錦清	核能研究所	2008/04 - 2028/04
製作熔岩纖維之篩選裝置	a	a	發明第 I350218 號	李永武、楊昇府、王多美、孫金星、李文成、陳靖良、曾錦清	核能研究所	2011/10 - 2028/05
熱燈絲鑽石膜沉積裝置及其方法	a	a	發明第 I353391 號	吳錦裕、汪俊翰、蔡丁貴、蔡明瑞、艾啓峰	核能研究所	2011/12- 2027/10
鈍化修補太陽能電池缺陷之方法	a	b	US8,062,964B2	蔡文發、廖炯峰、陳彥瑜、劉致為、艾啓峰	核能研究所	2010/08- 2030/08
高溫比面積電阻量測裝置	a	a	發明第 I340238 號	林祈廷	核能研究所	2011/04- 2027/09
中空陰極電漿處理裝置	a	a	發明第 I351899 號	詹德均、魏新武、艾啓峰	核能研究所	2011/11- 2027/07
中空陰極電漿產生裝置	a	a	發明第 I350131 號	曾慶沛、謝政昌、艾啓峰、李佳誠、薛天翔、汪俊翰	核能研究所	2011/10- 2028/08
煉鋁爐渣複合材料之製造方法 (Method of fabricating aluminum-dross imitation stone)	a	b	申請號碼 100116924	楊昇府、張彥華、葉俊彥、王多美、李文成、孫金星、	核能研究所	

composite)				曾錦清		
煉鋁爐渣耐火材料之製造方法	a	a	申請號碼 100112910	楊昇府、 葉俊彥、 張彥華、 王多美、 李文成、 孫金星、 曾錦清	核能研究所	
煉鋁爐渣耐火材料之製造方法	a	b	申請號碼 13/106,061	楊昇府、 葉俊彥、 張彥華、 王多美、 李文成、 孫金星、 曾錦清	核能研究所	
電漿輔助觸媒重組裝置與方法	a	b	申請號碼 12/982,084	胡鴻才 陳朝鈺 趙 裕 陳孝輝	核能研究所	
連續式定量進料裝置及方法	a	b	申請號碼 13/024,065	張烈誌 李灝銘 曾錦清	核能研究所	
提升漿態床反應器產率之方法	a	b	申請號碼 13/044,739	梁國超 李灝銘 曾錦清	核能研究所	
以反應蒸餾產製二甲醚之方法	a	b	申請號碼 13/044,271	謝政廷 李灝銘 梁國超 曾錦清	核能研究所	
利用低階熱能產生電力和冷凍的裝置與方法	a	b	申請號碼 13/083,703	李恆毅 李灝銘 曾錦清	核能研究所	
太陽能元件結構及其製法	a	a	申請號碼 100129719	張鉅璋、 王敏全、 詹德均、 黎禹辰	核能研究所	
製作彩色型可撓式薄膜太陽能電池之方法	a	a	申請號碼 100137374	黎禹辰、 王敏全、 詹德均、 艾啓峰	核能研究所	
無電極與薄膜污染之大面積大氣電漿鍍膜裝置	a	b	申請號碼 13/080,874	吳敏文	核能研究所	
運用於低溫塑膠鍍膜之高功率脈衝磁控鍍膜方法	a	a	申請號碼 100137380	吳錦裕、 梁文龍、 艾啓峰	核能研究所	
有機電激發光元	a	b	申請號碼	詹德均、	核能研究所	

件之封裝方法及其結構			13/239,581	劉國辰、江毅霖		
可撓式真空薄膜混合鍍製方法	a	a	申請號碼 100137369	曾慶沛、謝政昌、陳駿昇、林登連、艾啓峰	核能研究所	
一種製作微晶矽薄膜的方法	a	a	申請號碼 100139427	許子衿、王敏全、陳泳智、詹德均、艾啓峰	核能研究所	
氫化薄膜應用於全固態電致變色(EC)元件結構及其製程方式	a	a	申請號碼 100140721	楊昌翰、王敏全、詹德均、艾啓峰	核能研究所	

註：專利類別分成 a 發明專利、b 新型新式樣、c 商標、d 著作、智財；授予國家分成 a 中華民國、b 美國、c 歐洲、d 其他

【H 技術報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
廢棄礦物纖維的回收與再利用簡介	李永武、李文成、孫金星	2011	核能研究所
電弧熔融式焚化灰渣產製熔岩纖維試驗系統操作手冊	李文成、李永武、孫金星	2011	核能研究所
甲醇脫水產製二甲醚實驗標準操作流程說明	謝政廷、葉鳳梅	2011	核能研究所
有機物電漿氣化爐廠用供氣系統操作程序	張烈誌、徐啓振、李敏莉	2011	核能研究所
合成氣產製二甲醚實驗標準操作流程說明	黃孟涵	2011	核能研究所
無塵室空調系統 100 年運轉報告	林獻珍、楊明忠	2011	核能研究所
生質物氣化廠合成氣監測系統操作程序書	葉鳳梅、陳永枝	2011	核能研究所

【I 技術活動表】

技術論文名稱	研討會名稱	性質	舉辦(起-迄)日期 (YYYY/MM/DD)	主/協辦單位
生質物有機朗肯循環發電系統之研究	2011 綠色科技工程與應用研討會暨兩岸三地綠色科技研討會	a	2011/05/25	國立勤益科技大學機械工程系
環境能源電漿技術發展與應用	台南大學綠能所	a	2011/06/01	台南大學綠能系

以煉鋁爐渣為原料製作熱固性複合材料之研究	第一屆兩岸/第五屆資源工程研討會	b	2011/7/21 - 22	成功大學
以都市垃圾焚化爐灰渣電漿熔融產物為原料製作礦物纖維—試驗模廠建立與纖維應用為防火材料之研究	第一屆兩岸/第五屆資源工程研討會	b	2011/7/21 - 22	成功大學
以煉鋁爐渣為原料製作高鋁耐火材料資源再利用技術	2011 清潔生產暨環保技術研討會	a	2011/11/25	經濟部工業局

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會

【J 技術移轉表】

技術名稱	類別	授權單位	被授權廠商或機構	權利金(千元)	合約有效起-迄期間(YYYY/MM)
「1.5MW 以下(含)電漿火炬設計製造相關技術」技術授權	c	核能研究所	臺灣電漿股份有限公司	1,000	2006/04-2012/04
超大型高產能建材(金屬板)表面鈦鍍金電漿被覆系統工程合作開發	c	核能研究所	遠東鈦金科技股份有限公司	106	1998/01-2016/06
量產式建材表面鈦鍍金電漿被覆系統翻新修正暨技術授權	c	核能研究所	遠東鈦金科技股份有限公司	130	2007/03-2024/09
衛浴零組件鍍鍍金被覆系統升級高功率脈衝磁控濺射技術	c	核能研究所	滿益金科技有限公司	2,004	2010/03-2016/03
電漿濺射鋁、鎢及鉻反射膜電漿製程相關技術開發研究	c	核能研究所	琦芯科技股份有限公司	200	2009/04-2011/04
煉鋁爐渣製作高鋁耐火材料和特性測試	c	核能研究所	嘉頡金屬有限公司	21	2011/06-2012/05
可撓式太陽能電池技術開發	c	核能研究所	友達光電股份有限公司	13	2011/04-2011/07

註：類別分成 a 先期技術移轉、b 軟體授權、c 技術移轉、d 新技術/新品種引進數

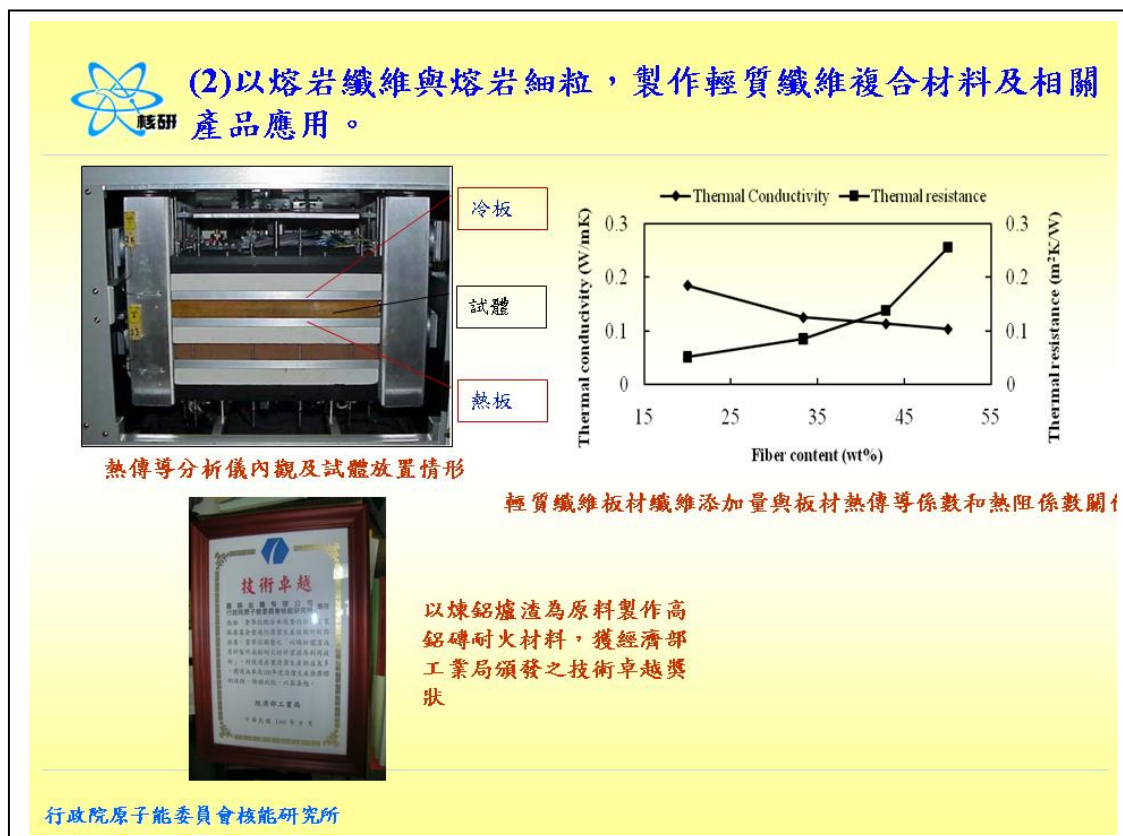
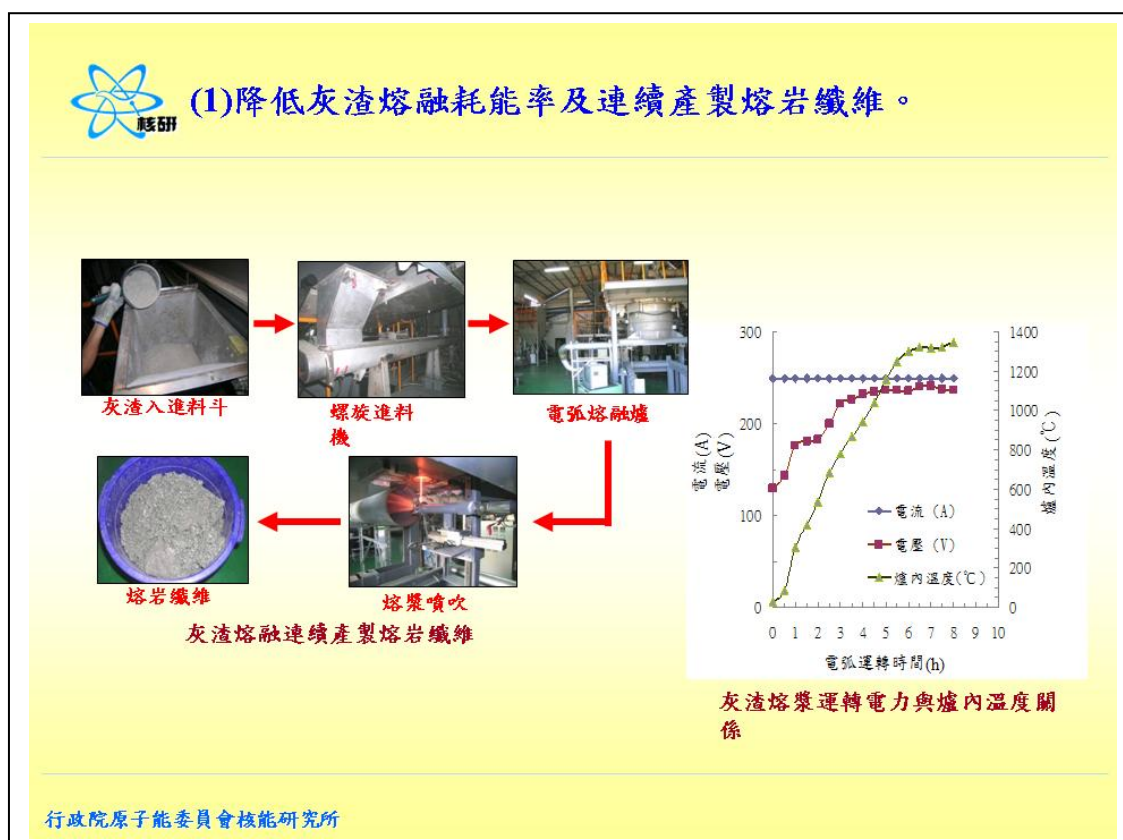
【S 技術服務表】

技術服務名稱	服務對象名稱	服務對象類別	服務收入(千元)
煉鋁爐渣製作高鋁耐火材料和特性測試	嘉頡金屬公司	國內廠商	1,000
衛浴零組件鍍鍍金被覆系統升級高功率脈衝磁控濺射技術	滿益金科技有限公司	國內廠商	2,200

註：服務對象類別分成 a 國內廠商、b 國外廠商、c 其他

附錄二、佐證圖表

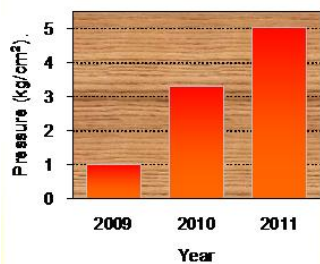
一、電漿環保能源技術研發與應用



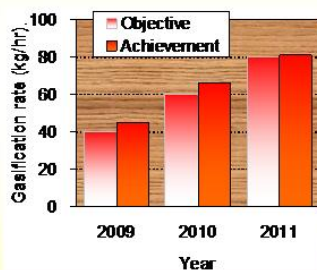


(3) 有機物電漿氣化研發系統正壓操作

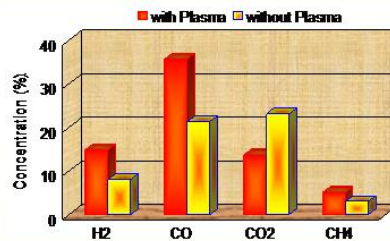
氣化爐操作壓力歷年進程



生質物氣化速率歷年進程



生質物氣化合成氣濃度
(電漿輔助顯著提昇合成氣品質)

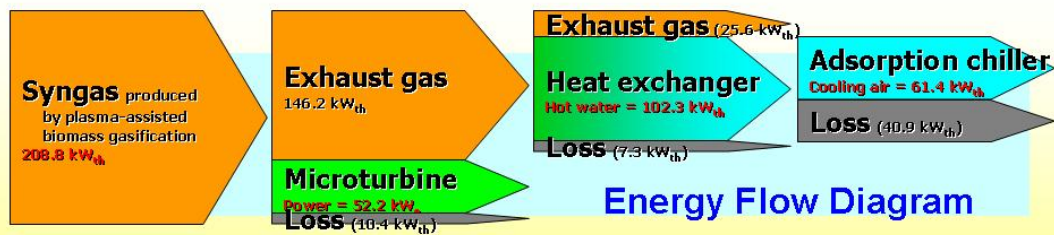
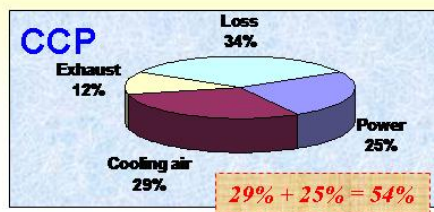
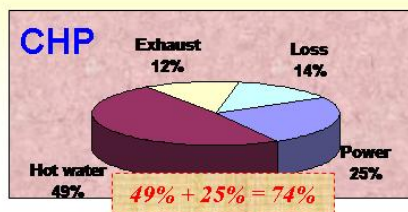


行政院原子能委員會核能研究所

3



(4) 合成氣發電系統整合測試

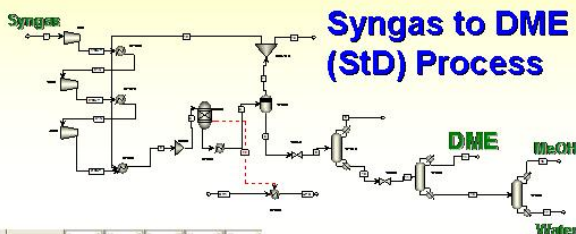
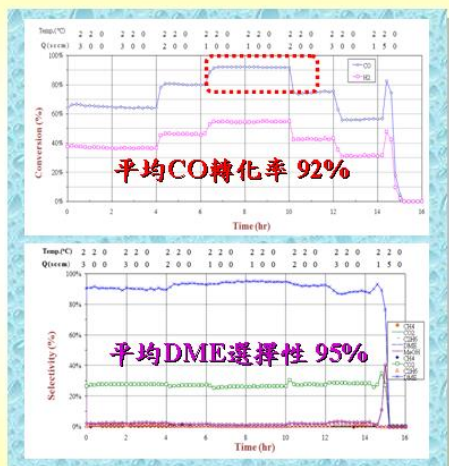


行政院原子能委員會核能研究所

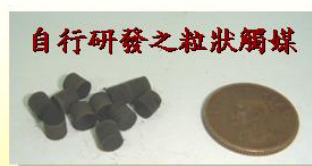
4



(5)以合成氣為原料產製DME

[illegible]

[DME] = 99.9%

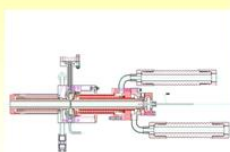


行政院原子能委員會核能研究所

5



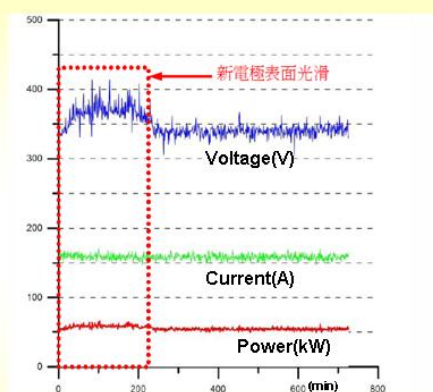
(6) 水蒸汽電漿火炬使用效能提昇



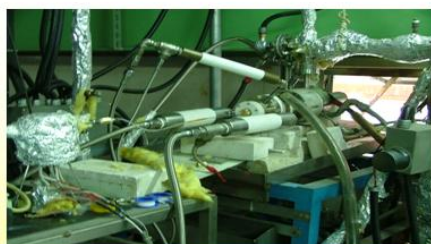
火炬設計剖面圖



電極熔蝕量測



火炬12小時運轉數據圖



火炬電極絕對熔蝕率實驗

行政院原子能委員會核能研究所

6

二、電漿在綠色表面工程技術開發與推展

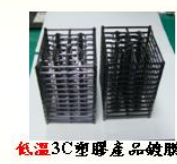


(1) 高功率脈衝磁控(HIPIMS)電漿系統開發

功率提升達 $2.1\text{kW}/\text{cm}^2$



新開發商業靶源之HIPIMS鍍膜系統電漿均勻寬闊、鍍膜速率高

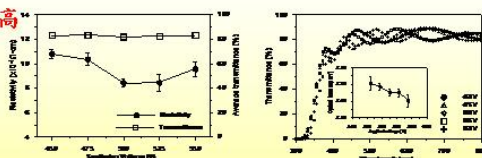


低溫3C塑膠產品鍍膜

大型鋸片DLC保護膜



2011台北國際發明展展出HIPIMS技術



媲美ITO膜特性之HIPIMS-AZO膜沉積

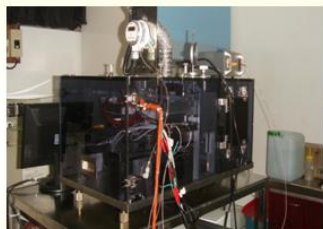
行政院原子能委員會核能研究所

7

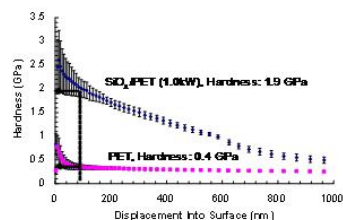


(2) 大氣電漿鍍膜與滅菌技術開發

大氣電漿鍍製 SiO_x 防刮膜

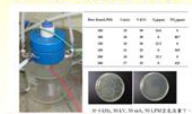


平面型大氣電漿鍍膜系統
(SiO_x 沉積速率 $>30\text{ nm}/\text{min}$)



薄膜奈米硬度 $>1.5\text{ GPa}$

大氣電漿滅菌



電漿滅菌率達99.9999%



電漿中性氣體滅菌效果， NO 優於 O_3 。

行政院原子能委員會核能研究所

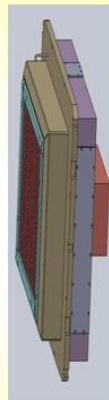
8



(3)大面積電漿反應器開發



Shower Head VHF PECVD電漿反應器系統
提供矽薄膜製程技術開發



VHF電漿源之電極結構



膜厚 239 nm	238	240
240	239	241
243	241	240

40x40cm²大面積非晶矽薄膜最佳膜厚分佈

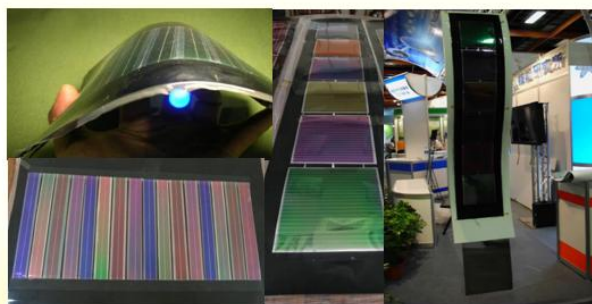
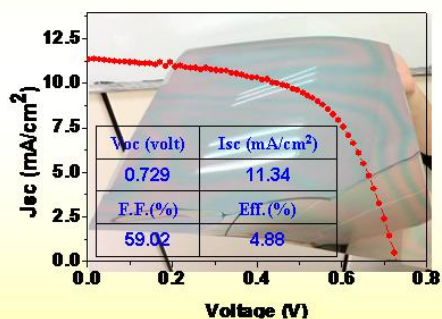
行政院原子能委員會核能研究所



(4) 電漿製程大面積矽薄膜及全固態電致色薄膜之特性調制研究

可撓式400x400 mm²單接面矽薄膜
太陽能電池最佳元件特性

1.2mX0.3m及130mmX150mm
可撓式薄膜太陽能電池封裝模組

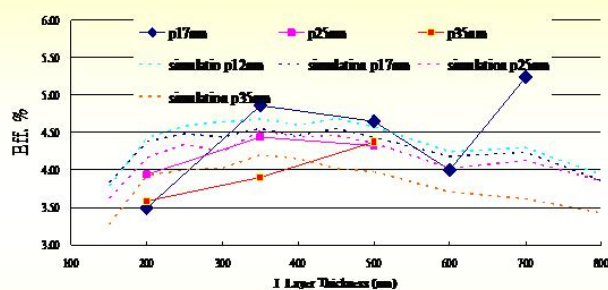


行政院原子能委員會核能研究所

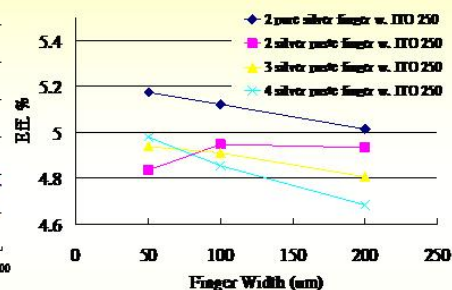
10



(4) 電漿製程大面積矽薄膜及全固態電致色薄膜之特性調制研究(續)



I層與P層厚度影響光電轉換效率

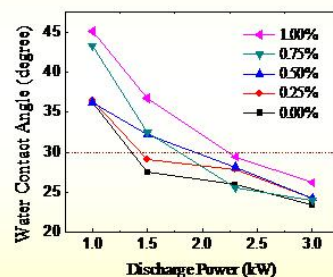
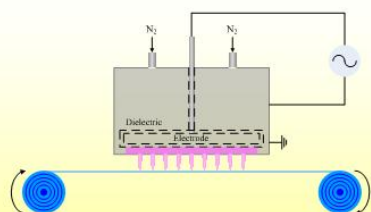


指狀電極厚度影響光電轉換效率

行政院原子能委員會核能研究所



(5) 大面積捲揚式表面清潔裝置開發



不同氧含量下，放電功率對於水滴接觸角之影響 (基材移動速率10 m/min)

行政院原子能委員會核能研究所



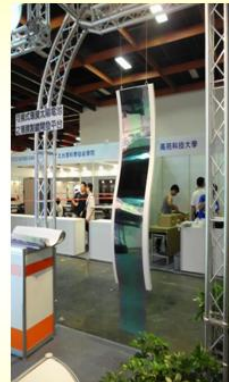
(6)先導型捲揚式連線PECVD系統開發
(可撓式電漿鍍膜平台)



實驗型捲揚式金屬捲材之PECVD系統



矽薄膜電漿源



2011台北國際發明暨技術
交易展

附錄三、100 年度期末審查意見回覆

核能研究所 100 年度科技計畫期末成果效益報告審查委員意見及回覆表

計畫名稱：環境電漿技術之發展與應用(第二期)	
審查單位：核能研究所	
審 查 委 員 意 見	回 覆 說 明
1.第一分項成果符合原計畫之目標，惟電漿氣化發電系統雖已達成正壓操作的初期成果，未來應朝系統操作的穩定性與生質能源使用效率之提昇等方面努力。	1.謝謝委員肯定與建議，未來將朝建立電漿氣化發電系統正壓操作標準作業程序、長時間連續運轉測試、降低系統能源消耗及提昇系統效率等方向努力，以提昇技術可用度。
2.本計畫所發展的技術大多已授權產業應用或進行相關作為(如簽定MOU)，但整體技服金及授權金收入仍偏低，未來產業推廣應用提昇的具體作法為何，請說明。	2.將加強各項技術成熟度與可用性、專利佈局、產品展示、可交易技術公告及舉辦技術說明會等作為，增加各項技術產業授權/服務的機會。
3.第二分項之電漿表面節能產業先導示範型設備與相關前瞻製程技術開發各項指標都能符合(或超前)計畫預定目標，成效良好，惟所建立之技術或設備在明年四年期計畫結束後，如何與後續計畫銜接，應提早規劃與調整，方能落實計畫成果。	3.謝謝委員肯定與建議，第二分項建立中之電漿表面節能產業先導示範型設備主要是將本所電漿鍍膜平台轉型應用至薄膜能源及節能元件產業，並積極以此平台開發之相關薄膜製程技術，以實現創能及節能等功能性之整合性產品。所建立之電漿鍍膜核心技術，將可繼續用以開創輕、薄及可撓曲之全固態薄膜之下世代綠色能源節能新產業，對未來後續計畫幫助頗大。
4.本計畫所開發之高功率脈衝磁控濺射(HIPIMS)電漿系統提早一年達成技轉產業應用目標，績效顯著。未來應如何擴大此項技術之產業應用面，繼續協助國內產業技術升級，發揮計畫成果？	4.謝謝委員肯定，本年度 HIPIMS 鍍膜技術已成功克服了低溫及大面積鍍膜之瓶頸，大幅提昇電漿鍍膜的技藝與功效，有效推展至更寬廣應用領域，預期明年度對更高階之半導體、光電及太陽能電池產業將會開啟另一應用前景，繼續拓展技轉業務。